Bac sciences ex

Page No.

physique **I**

1 sp2021 2
2 sc2021 7
3 sp2020 11
4 sc2020 16
5 sp2019 20
6 sp-c2019 25
7 sc2019 30
8 sc-c2019 34
9 sp2018 37
10 sc2018 42
11 sp2017 46
12 sp-c2017 51
13 sc2017 56
14 sc-c2017 60
15 sp2016 64
16 sp-c2016 69
17 sc2016 73
18 sc-c2016 78
19 sp2015 82
20 sp-c2015 87
21 sc2015 91
22 sc-c2015 96

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session principale
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

* * * * *

N° d'inscription

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

L'oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ est une réaction chimique lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation chimique suivante :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-} \quad (1)$$

À une température **θ** constante, on mélange dans un bécher à l'instant **t = 0**, un volume V_1 **= 50 mL** d'une solution aqueuse (S_1) de peroxodisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) de concentration molaire C_1 et un volume V_2 **= 50 mL** d'une solution aqueuse (S_2) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire $C_2 = kC_1$; où **k** est un réel tel que **k > 2**. On obtient un mélange (**M**) de volume $V_T = V_1 + V_2$.

On effectue régulièrement, à des instants successifs **t**, à partir du mélange (**M**), un prélèvement de volume V_p constant auquel on ajoute de l'eau glacée (sans variation appréciable de volume), puis on dose la quantité de diode I_2 formé par une solution aqueuse (**S**) de thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$) de concentration molaire $C = 2.10^{-2}$ **mol.L**$^{-1}$. On désigne par V_E, le volume de la solution (**S**) versée pour atteindre le point d'équivalence du dosage de I_2 formé à l'instant **t**.

On rappelle que la réaction du dosage de I_2 par les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ est une réaction rapide et totale d'équation :

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^- \quad (2)$$

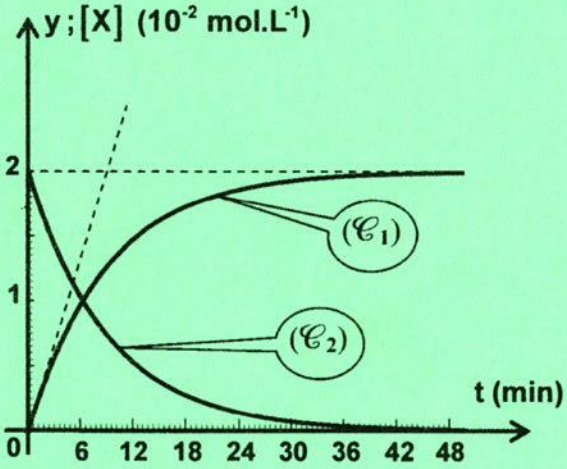


Figure 1

Les résultats expérimentaux du dosage ont permis de tracer les courbes ($\mathscr{C}_1$) et ($\mathscr{C}_2$) de la **figure 1** traduisant l'évolution au cours du temps, respectivement de l'avancement volumique **y** de la réaction (**1**) et celle de la concentration molaire du **réactif limitant**, noté **X**, de cette réaction.

1) a- Exprimer les concentrations molaires initiales $\left[S_2O_8^{2-}\right]_0$ et $\left[I^-\right]_0$ dans le mélange (**M**) en fonction respectivement de C_1 et C_2.

b- Dresser le tableau descriptif en avancement volumique **y** relatif à la réaction (**1**).

2) a- Montrer que le réactif limitant **X** est $S_2O_8^{2-}$.

b- En exploitant les courbes de la **figure 1**, déterminer :
- la valeur de l'avancement volumique final y_f de la réaction (**1**) et celle de la concentration molaire C_1 ;
- la valeur de la vitesse volumique de la réaction (**1**) à l'instant **t = 0**.

3) Montrer que l'avancement volumique **y** à un instant **t** est donné par la relation : $y = \dfrac{CV_E}{2V_p}$.

4) Lorsque la réaction (**1**) est terminée :
- le dosage d'un prélèvement de volume V_p du mélange (**M**) nécessite un volume V_{EF} **= 20 mL** de la solution (**S**) pour atteindre le point d'équivalence ;
- la concentration molaire finale dans le mélange (**M**) en ions I^- est telle que : $\left[I^-\right]_f = \dfrac{y_f}{4}$.

a- Déterminer la valeur de V_p.

b- Montrer que **k = 2,25**.

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$ On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide.

On dispose :

- d'une solution aqueuse (**S**) d'un monoacide **AH** de concentration molaire C_A inconnue. On donne : $3.10^{-2} \leq C_A \leq 10^{-1}$ **(en mol.L^{-1})** ;
- d'une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire C_B.

On dose un volume V_A **= 20 mL** de la solution (**S**) par la solution (S_B). Le suivi de l'évolution du **pH** du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (S_B) versée, permet de tracer la courbe ($\mathscr{C}$) de la **figure 2**. On désigne par V_{BE}, le volume de (S_B) versé pour atteindre le point d'équivalence.

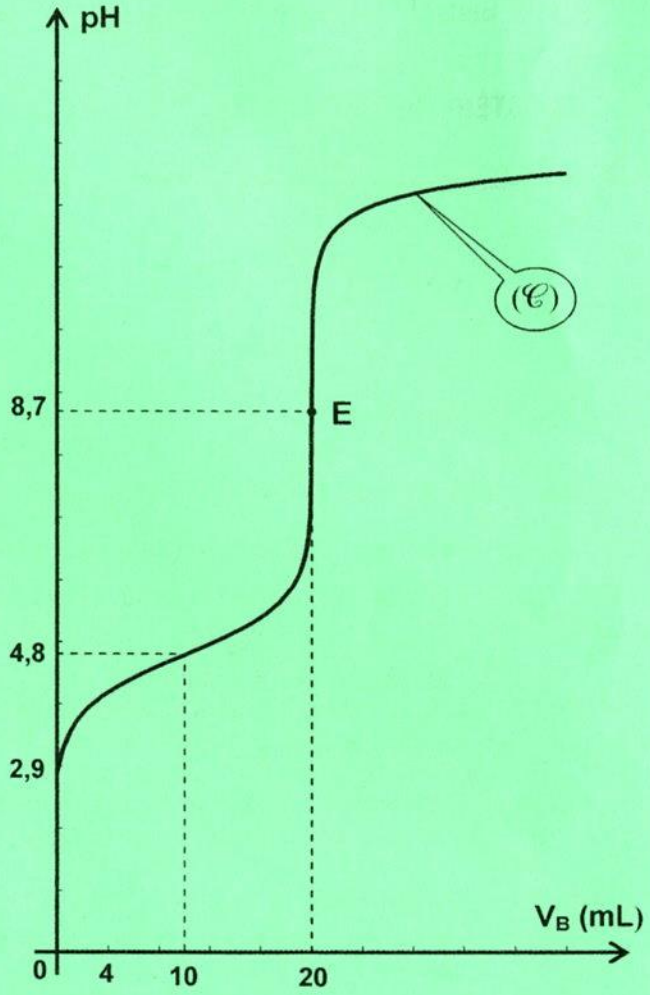


Figure 2

1) a- En exploitant la courbe de la **figure 2** :
- justifier que **AH** est un acide faible ;
- préciser en le justifiant, la valeur du pK_a du couple acide / base relatif à l'acide **AH**.

b- Écrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'acide **AH** dans l'eau.

2) On désigne par pH_0 et τ_f respectivement, le pH de la solution (**S**) et le taux d'avancement final de la réaction du monoacide **AH** avec l'eau dans (**S**).

a- Vérifier que l'acide **AH** est faiblement ionisé dans la solution (**S**) ($\tau_f \leq 0{,}05$).

b- Montrer que $C_A = 10^{pK_a - 2pH_0}$ Calculer la valeur de C_A.

c- Déterminer la valeur de C_B.

3) On prélève un volume V_0 **= 25 mL** de la solution (**S**) que l'on verse dans une fiole jaugée (**F**), puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Ainsi, on obtient une solution (**S'**) de volume V_F et de concentration molaire C'_A. On suppose que l'acide **AH** reste faiblement ionisé dans la solution (**S'**). On dose un volume V'_A **= 20 mL** de la solution (**S'**) par la même solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium. On désigne par V'_{BE}, le volume de (S_B) versé pour atteindre le point d'équivalence.

a- Exprimer C'_A en fonction de C_A, V_0 et V_F.

b- Justifier que :
- le pH de la solution (**S'**), noté pH'_0, est supérieur à **2,9** ;
- le volume V'_{BE} est inférieur à V_{BE}.

c- Sachant que pH'_0 **= 3,05**, déterminer la valeur de V_F. Déduire la valeur de V'_{BE}.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On réalise le montage électrique schématisé sur la **figure 3** comportant :

- un générateur de tension idéal de fem **E** ;
- un condensateur de capacité **C** réglable ;
- un dipôle **D** qui peut être soit une lampe, soit un conducteur ohmique de résistance **R** ;
- une bobine d'inductance **L** et de résistance négligeable ;

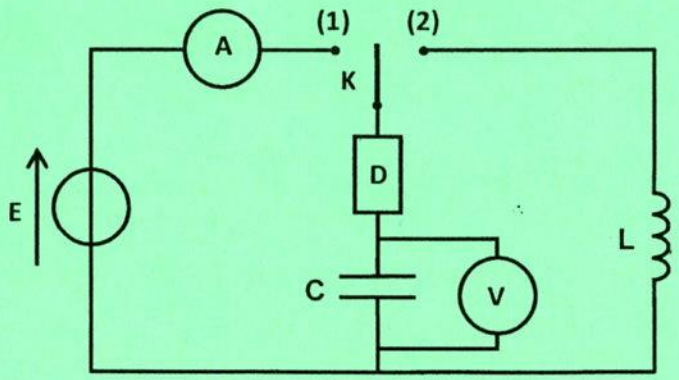


Figure 3

- un ampèremètre (**A**) de résistance négligeable ;
- un voltmètre (**V**) de résistance infinie ;
- un commutateur **K**.

A) Expérience 1

Le dipôle **D** est une lampe et le condensateur étant de capacité convenablement choisie et initialement déchargé. On ferme **K** sur la position **(1)**, la lampe s'allume immédiatement et s'éteint spontanément.

1) Décrire brièvement ce qu'on observe :
- au niveau du voltmètre (**V**) ;
- au niveau de l'ampèremètre (**A**).

2) Justifier alors, pourquoi la lampe s'éteint spontanément.

B) Expérience 2

On débranche le circuit de **l'expérience 1**. On décharge le condensateur et on règle sa capacité à une valeur C_1. La lampe est remplacée par un conducteur ohmique de résistance **R = 100 Ω**. L'ampèremètre et le voltmètre sont éliminés. À l'instant **t = 0**, on ferme **K** sur la position **(1)**. À l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire, on suit l'évolution au cours du temps de la tension $u_{c1}(t)$ aux bornes du condensateur. On obtient la courbe de la **figure 4**.

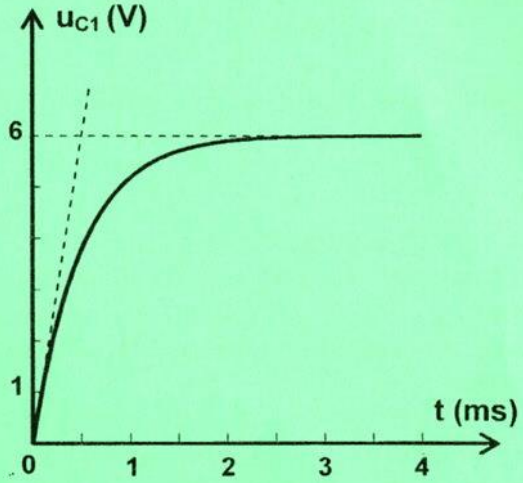


Figure 4

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_{c1}(t)$ s'écrit :

$$\frac{du_{C_1}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_{C_1}(t) = \frac{E}{\tau}$$; où τ est la constante de temps du circuit que l'on exprimera en fonction de **R** et C_1.

2) a- En exploitant la courbe de la **figure 4** :
- justifier que **E = 6 V** ;
- déterminer la valeur de τ

b- Déduire la valeur de la capacité C_1.

3) Le condensateur de capacité C_1 étant complètement chargé. À un nouvel instant **t' = 0**, on bascule le commutateur **K** sur la position **(2)** et on suit de nouveau l'évolution au cours du temps de la tension $u_{c1}(t)$ à l'aide du même oscilloscope. On obtient la courbe de la **figure 5** de la **page 5/5**. On désigne par **W** l'énergie électromagnétique de l'oscillateur électrique ainsi obtenu à un instant **t** quelconque. Soient W_1 et W_2 les valeurs des énergies électromagnétiques de cet oscillateur, respectivement aux instants t_1 **= 5 ms** et t_2 **= 20 ms**.

a- Nommer le régime d'oscillations électriques données par la **figure 5**.

b- On admet que la pseudo-période **T** des oscillations est égale à la période propre T_0 de l'oscillateur **(L,C)**. Déduire la valeur de **L**.

c- Calculer $\frac{W_2}{W_1}$ En déduire que l'énergie électromagnétique **W** de l'oscillateur électrique ne se conserve pas.

Exercice 2 (3,5 points)

On considère une corde élastique homogène de longueur **L = 70 cm**, tendue horizontalement suivant un axe **x'x** dont l'origine coïncide avec l'extrémité **S** de la corde. Une lame vibrante impose à cette extrémité de la corde des vibrations sinusoïdales de fréquence **N** et d'amplitude **a = 2 mm**. L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton (voir la **figure 6**). On néglige tout phénomène d'amortissement de l'onde issue de **S** et se propageant le long de la corde.

Le mouvement de **S** débute à l'instant **t = 0** et admet comme équation horaire : $y_S(t) = a\sin(2\pi Nt)$.

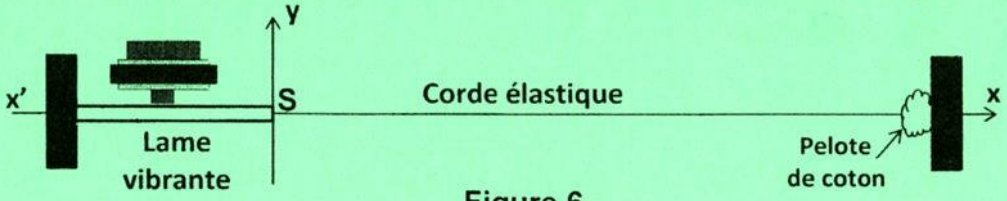


Figure 6

À l'instant t_1 = **25 ms**, le point **A** de la corde d'abscisse au repos x_A = **25 cm** entre en vibration.
La courbe de la **figure 7** de la **page 5/5** représente l'aspect de la corde à un instant t_2.

1) Déterminer la valeur de la célérité **v** de l'onde qui se propage le long de la corde élastique.

2) a- En exploitant la courbe de la **figure 7** :
- préciser la valeur de la longueur d'onde λ ;
- déterminer la valeur de t_2.

b- Déduire la valeur de la fréquence **N**.

3) Comparer l'état vibratoire du point **A** par rapport à celui de la source **S** pour $t > t_1$.

4) a- Déterminer l'instant t_F au bout duquel le front d'onde issu de **S**, atteint l'abscisse $x_F = L$ pour la première fois.

b- Sans avoir recours aux calculs, représenter sur le même système d'axes de la **figure 7** de la **page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie)**, l'aspect de la corde à l'instant t_F.

c- Déduire le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature avance de phase par rapport au point **A** à l'instant t_F.

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Quand un circuit résonne...

...Les électriciens découvrirent cent ans plus tard les possibilités infinies du « circuit oscillant », un assemblage de conducteurs électriques et de pièces métalliques dans lequel les courants et les tensions oscillent... Le courant dans un fil produit un champ magnétique... Le même courant électrique accumule dans deux lames métalliques parallèles des charges électriques de signe opposé qui tendent à refluer par les fils.

Le premier effet se traduit par la self-inductance ou par abréviation self du circuit, notée généralement **L**, le second par sa capacité **C**. Le circuit résonne à une fréquence N_0.
La self est, au plus simple, un fil enroulé ; la capacité, deux plaques métalliques parallèles séparées par un isolant mince.

Le phénomène de résonance le plus simple est que, si l'on applique au circuit une impulsion brève, des courants de fréquence N_0 sont mis en branle dans le circuit... Si l'on applique des excitations répétées à cette fréquence N_0, dite fréquence propre ou fréquence de résonance du circuit, ces courants oscillants vont croître dans le temps sans limite autre que la destruction d'un élément par fusion ou étincelle (claquage). C'est la résonance.

Le cas le plus intéressant est celui où le circuit est excité à une fréquence différente de sa fréquence propre, ce qui est en fait toujours plus ou moins le cas. Les oscillations restent alors d'amplitude d'autant plus limitée que la fréquence d'excitation est plus éloignée de la fréquence propre. Plus éloignée de combien ? Cela dépend des pertes d'énergie du circuit oscillant du fait de sa structure (résistance du circuit)...

Extrait tiré de « Les Ondes en Physique : de Pythagore à nos jours » de Georges Mourier ; p. 49-50.

1) a- Dégager du texte un passage qui confirme que le phénomène de résonance d'intensité se produit à une fréquence égale à la fréquence propre du circuit.

b- Indiquer le danger qui peut affecter le circuit oscillant à la résonance d'intensité.

c- Préciser comment doit-on opérer expérimentalement pour éviter d'endommager le circuit oscillant tout en le maintenant en état de résonance d'intensité.

2) Justifier à partir du texte, que le choix d'une fréquence **N** de l'excitateur différente de la fréquence propre N_0 constitue aussi une solution pour la protection du circuit oscillant du risque d'endommagement.

3) Le circuit oscillant est en état de résonance d'intensité. On désigne par I_0 l'amplitude de l'intensité du courant électrique circulant dans ce circuit pour une valeur R_0 de la résistance du même circuit.
Préciser en le justifiant, si l'on doit augmenter ou diminuer la résistance du circuit oscillant à partir de R_0 pour atteindre la même amplitude I_0, mais, en excitant ce circuit à une fréquence **N** différente de sa fréquence propre.

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

.....

.....

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
Session principale (2021)
Annexe à rendre avec la copie

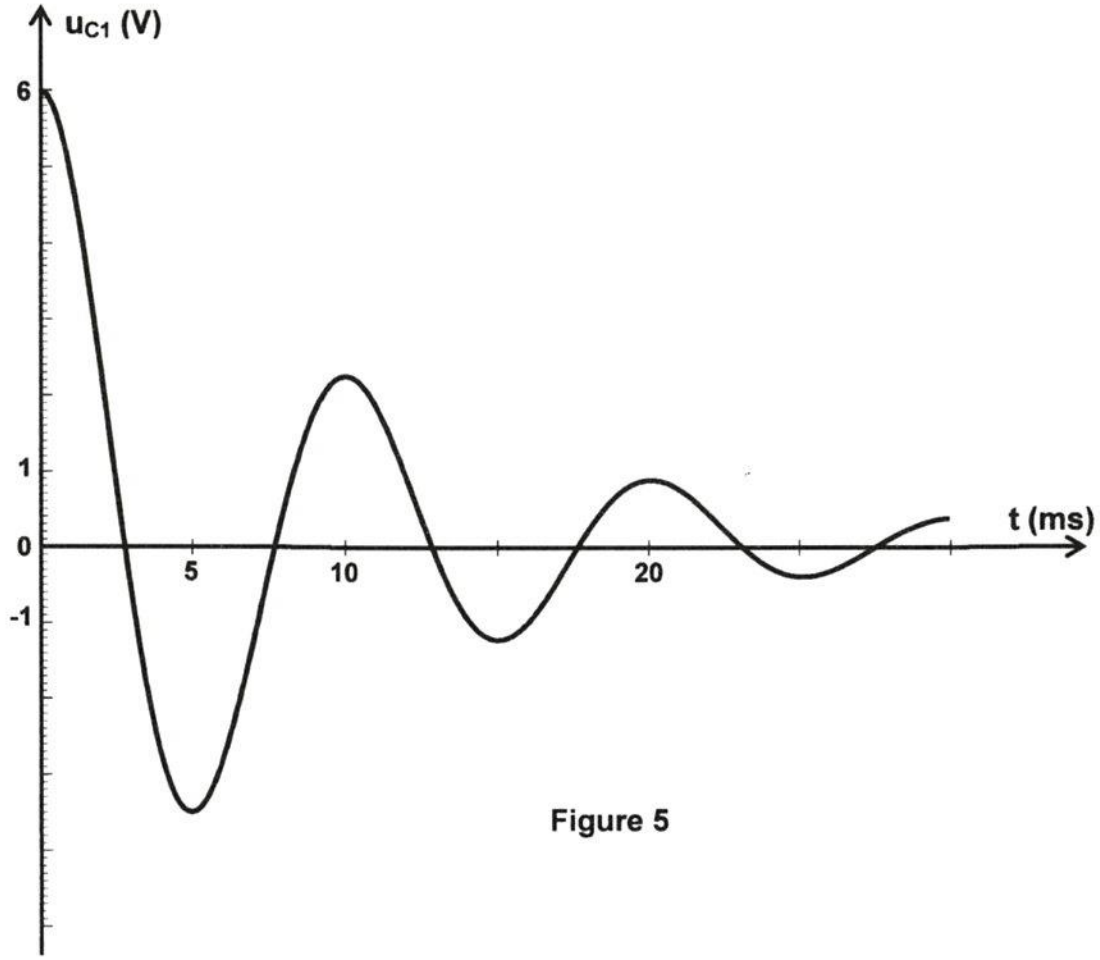


Figure 5

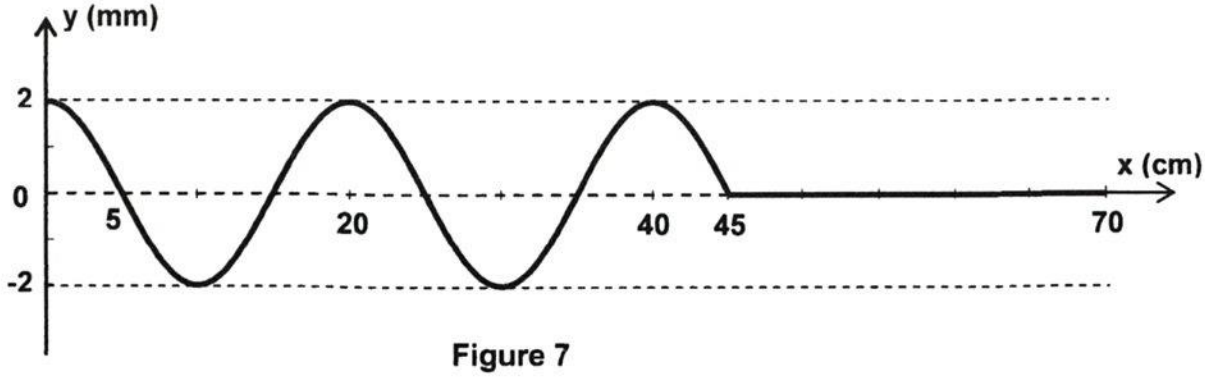


Figure 7

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session de contrôle
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

N° d'inscription

* * * * *

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On se propose d'étudier l'équilibre estérification-hydrolyse modélisé par l'équation chimique suivante :

$$CH_3COOH + CH_3OH \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} CH_3COOCH_3 + H_2O$$

À la température de l'expérience, la constante d'équilibre relative à la réaction **(1)** est : **K = 4**.

À une température θ convenable, on prépare, à l'instant **t = 0**, un mélange réactionnel (**M**) renfermant **n_1 mol** d'acide éthanoïque (**CH_3COOH**), **n_1 mol** de méthanol (**CH_3OH**), **n_2 mol** d'éthanoate de méthyle (**CH_3COOCH_3**) et **n_2 mol** d'eau (**H_2O**), auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable. On suit expérimentalement l'évolution de la composition du mélange (**M**) au cours du temps. Les mesures faites permettent de tracer les courbes ($\mathscr{C}_1$) et ($\mathscr{C}_2$) de la **figure 1** traduisant l'évolution au cours du temps respectivement, de la quantité de matière **n_A** de l'acide éthanoïque et celle de l'avancement **x** relatif à la réaction ayant lieu spontanément dans le mélange (**M**).

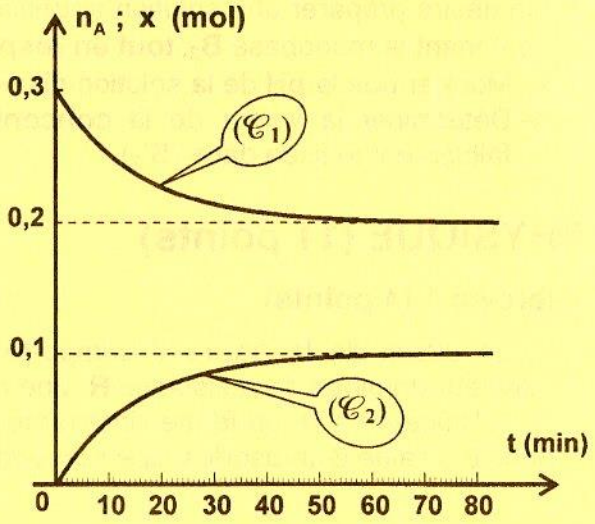


Figure 1

1) En exploitant les courbes de la **figure 1** :

a- préciser en le justifiant, si le système chimique du mélange (**M**) évolue, à partir de l'instant **t = 0**, dans le sens de la réaction d'estérification ou de celle d'hydrolyse ;

b- dresser alors, le tableau descriptif en avancement **x** relatif à la réaction ayant lieu spontanément ;

c- déterminer la valeur de **n_1** et celle de l'avancement final **x_f** de la réaction ayant lieu spontanément.

2) Déduire la valeur de **n_2** et celle du taux d'avancement final τ_f de la réaction ayant lieu spontanément.

3) Déterminer la composition du mélange réactionnel à l'équilibre chimique.

4) On aurait pu obtenir la même composition du mélange réactionnel à l'équilibre chimique que précédemment, mais en partant d'un mélange initial équimolaire renfermant uniquement **n_0 mol** d'acide éthanoïque et **n_0 mol** de méthanol.

a- Déterminer la valeur de **n_0**.

b- Calculer la nouvelle valeur du taux d'avancement final τ'_f dans ces conditions.

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de chacune des monobases étudiées.

On considère une solution aqueuse (**S**) d'une monobase faible **B**, de concentration molaire **C** et de **pH** donné. On suppose que la monobase **B** est faiblement ionisée dans (**S**).

1) a- Écrire l'équation de la réaction de la monobase **B** avec l'eau.

b- Le taux d'avancement final de la réaction de la monobase **B** avec l'eau dans la solution (**S**) est noté τ_f. Exprimer τ_f en fonction du **pH** de la solution (**S**), sa concentration **C** et pK_e.

c- Montrer que τ_f s'écrit : $\tau_f = 10^{pK_a - pH}$; où $pK_a = pK_a\,(BH^+/B)$.

2) On prépare deux solutions aqueuses (S_1) et (S_2) contenant respectivement les monobases faibles B_1 et B_2 et de concentrations molaires respectives C_1 et C_2. Les deux monobases B_1 et B_2 sont supposées faiblement ionisées dans leurs solutions respectives. On mesure le **pH** de chacune des solutions aqueuses (S_1) et (S_2). Les **pH** des deux solutions, les valeurs des τ_f et les valeurs des pK_a relatifs aux monobases B_1 et B_2 sont consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S_1)	(S_2)
pH	11,10	11,45
τ_f	$1,26.10^{-2}$	.....
pK_a	.....	9,9

Reproduire et compléter le tableau ci-dessus.

3) a- Comparer les forces relatives des monobases B_1 et B_2.

b- Vérifier que $C_1 \approx C_2 \approx 0,1\ mol.L^{-1}$.

4) On désire préparer une solution aqueuse (S'_2) par dilution avec de l'eau distillée de la solution (S_2) contenant la monobase B_2, **tout en respectant la condition :** $\tau_f \leq 0,05$ (base faiblement ionisée).

a- Montrer que le **pH** de la solution diluée (S'_2), noté **pH'**, est tel que : $pH' \geq 11,20$.

b- Déterminer la valeur de la **concentration minimale** C_{2min} telle que la monobase B_2 reste faiblement ionisée dans (S'_2).

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4 points)

Le circuit de la **figure 2** comporte un générateur de tension supposé idéal de fem **E**, un conducteur ohmique de résistance **R**, une bobine (**B**) et un interrupteur **K**, tous branchés en série.

À l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K** et on visualise la tension $u_B(t) = u_{PM}(t)$ aux bornes de la bobine à l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire. On obtient la courbe de la **figure 3**.

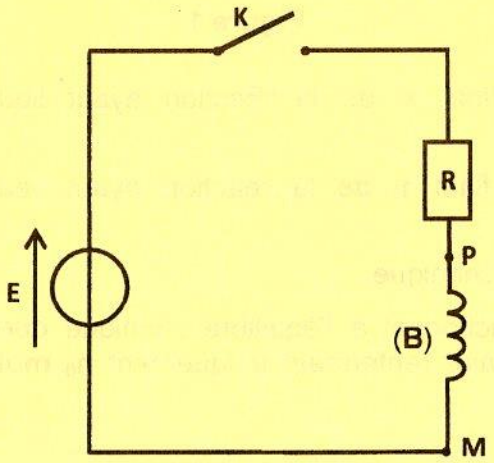


Figure 2

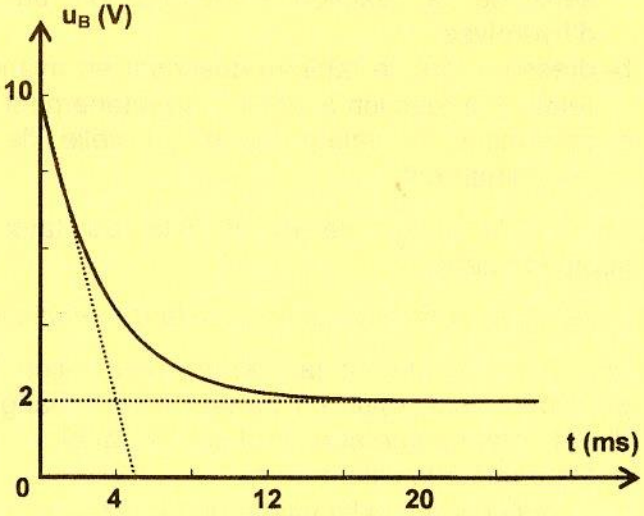


Figure 3

1) En exploitant la courbe de la **figure 3** :
   a- justifier que la bobine a une résistance **r** non nulle ;
   b- déterminer la constante de temps τ du circuit.

2) L'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit :
   $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R(t) = \frac{R}{L}E$; où **L** représente l'inductance de la bobine et $\tau = \frac{L}{R+r}$.
   a- En déduire l'expression de l'intensité I_0 du courant électrique circulant dans le circuit en régime permanent, en fonction de **E**, **r** et **R**.
   b- La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme : $u_R(t) = \frac{R}{R+r}E(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$. Montrer que : $u_B(t) = \frac{R}{R+r}Ee^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{r}{R+r}E$.
   c- Déduire la valeur de **E**.

3) Sachant que **R = 40 Ω**, déterminer les valeurs de I_0 et **r**.
4) Déduire la valeur de **L**.

Exercice 2 (4 points)

Le circuit électrique de la **figure 4** comporte montés en série, un conducteur ohmique de résistance **R = 89 Ω**, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, un condensateur de capacité **C = 0,5 µF** et un ampèremètre (**A**) de résistance négligeable. Un générateur basse fréquence (**GBF**) impose aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$ de valeur efficace **U = 4,6 V** constante et de fréquence **N** réglable. L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \varphi_i)$; avec **I** sa valeur efficace et φ_i sa phase initiale. On fait varier la fréquence **N** et on note à chaque fois la valeur de l'intensité efficace **I** du courant électrique indiquée par l'ampèremètre (**A**). On trace la courbe **I = f(N)** de la **figure 5** traduisant l'évolution de **I** en fonction de **N**.

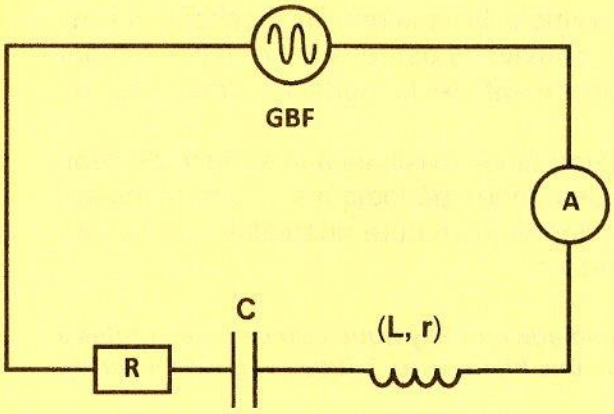


Figure 4

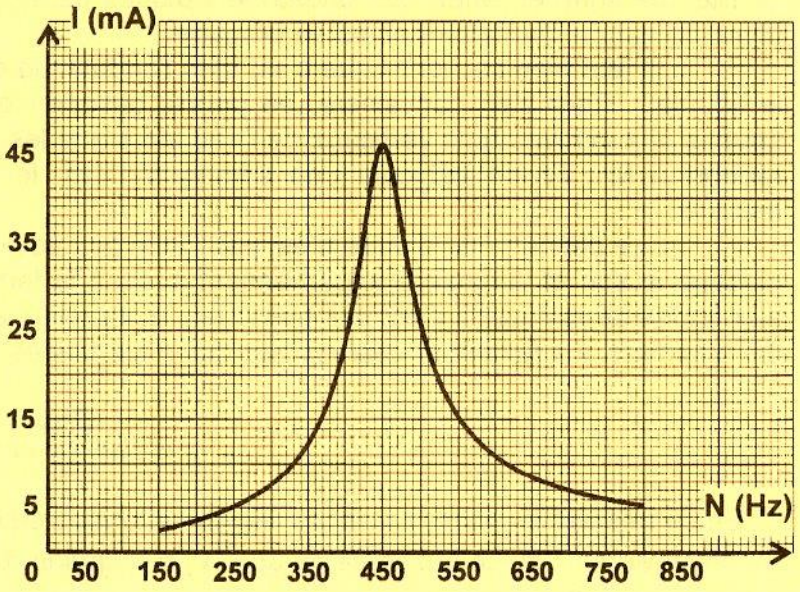


Figure 5

1) a- En exploitant la courbe de la **figure 5**, déterminer la valeur de l'intensité efficace maximale I_0 et celle de la fréquence N_0 qui lui correspond.
   b- Nommer le phénomène physique ayant lieu pour $N = N_0$.
   c- Déterminer les valeurs de **L** et **r**.

2) On fait varier la fréquence **N** à partir de N_0. Pour une fréquence $N = N_1$, on visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, la tension **u(t)** et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance **R**. On obtient les courbes de la **figure 6**.

a- Montrer que le déphasage de la tension **u(t)** par rapport à l'intensité instantanée **i(t)** du courant électrique est :

$$\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{3} \text{ rad.}$$

b- Comparer N_1 à N_0. Justifier la réponse.

3) Déterminer la valeur de N_1.

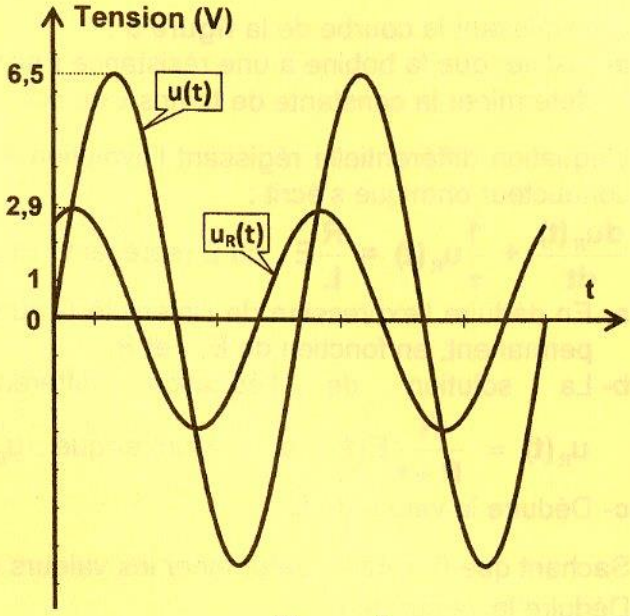


Figure 6

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Histoire des ondes

Le mot « onde » est issu du latin « unda » qui se rapporte à une « eau qui se déplace en se soulevant et en s'abaissant ». Il se traduit en anglais par « wave », mot de la même racine que « vague », hérité de l'ancien scandinave pour désigner l'onde formée par le vent à la surface de la mer ou d'un lac. On est donc forcé de constater que, très tôt, le concept d'onde a émergé de l'observation du mouvement de la surface libre des océans, des lacs, des canaux et des rivières. Des phénomènes apparemment aussi différents que les marées, les vagues sur l'océan…sont de la même famille. Ce sont, en effet, des ondes périodiques caractérisées par un mouvement de la surface de l'eau, de nature oscillatoire et qui se propage…

…Il faut bien souligner que c'est bien l'ondulation de la surface que l'on voit se déplacer et non le liquide… Pour s'en convaincre, on pourra observer par exemple le bouchon du pêcheur qui est soumis aux mouvements verticaux de l'eau alors que les rides soulevées par le vent se déplacent par rapport à lui : l'onde véhicule une information (ici, le déplacement de la surface), mais pas de matière…

… Le phénomène d'onde n'est pas limité aux seules déformations visibles à la surface de l'eau puisque le son et la lumière appartiennent aussi à la famille des ondes périodiques… Contrairement aux ondes de surface, il n'est pas possible « d'observer » directement la nature ondulatoire du son ou de la lumière. Il a fallu pour cela réaliser des expériences indirectes.

D'après Olympiades de Physique France « Des ondes à la surface de l'eau : une histoire qui fait des vagues ! » (2011).

1) En se référant au texte, préciser l'origine historique du concept onde.

2) Dégager du texte ce qui confirme que la propagation d'une onde à la surface de l'eau :
- est transversale ;
- correspond à un transport d'énergie sans transport de matière.

3) a- En se référant au texte, citer deux exemples d'ondes progressives dont on ne peut pas observer directement la nature ondulatoire.

b- Proposer une expérience qui met en évidence la nature ondulatoire de la lumière.

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2020	**Session principale**	
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4 points)

À une température θ_1 et sous une pression **P** adéquates, on introduit à l'instant **t = 0**, dans une enceinte fermée à paroi rigide préalablement vide, n_0 **mol** du gaz tétraoxyde de diazote (N_2O_4). La décomposition de ce gaz conduit à l'équilibre chimique (E_1) modélisé par l'équation chimique suivante :

$$N_2O_4\,(g) \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} 2NO_2\,(g)$$

Avec :

N_2O_4 : gaz incolore

NO_2 : gaz jaune-brun

1) Lorsque l'équilibre chimique (E_1) est atteint, le nombre total de moles de gaz dans l'enceinte est $n_T = 0{,}91$ **mol**.

a- Dresser le tableau descriptif en avancement **x**, relatif à la réaction de décomposition de N_2O_4.

b- Le taux d'avancement final de la réaction **(1)** est $\tau_{f1} = 0{,}3$. Déterminer la valeur de n_0 ainsi que celle de l'avancement final x_{f1} de la réaction **(1)**.

2) Le mélange gazeux de couleur jaune-brune est à l'état d'équilibre chimique (E_1). Une variation de la pression **P** de ce mélange, à la même température θ_1, conduit à un nouvel état d'équilibre (E_2) caractérisé par un affaiblissement de l'intensité de la couleur jaune-brune du mélange réactionnel.

a- Déduire le sens d'évolution suivant lequel l'équilibre chimique (E_1) s'est déplacé suite à cette variation de la pression **P**.

b- Préciser en le justifiant, s'il s'agit d'une diminution ou d'une augmentation de la pression **P**.

3) On reprend le mélange gazeux à l'état d'équilibre chimique (E_1). On élève la température à une valeur θ_2 tout en conservant la pression constante. Un nouvel état d'équilibre chimique (E_3) s'établit, tel que **50 %** de N_2O_4 introduit dans l'enceinte à **t = 0** se sont dissociés.

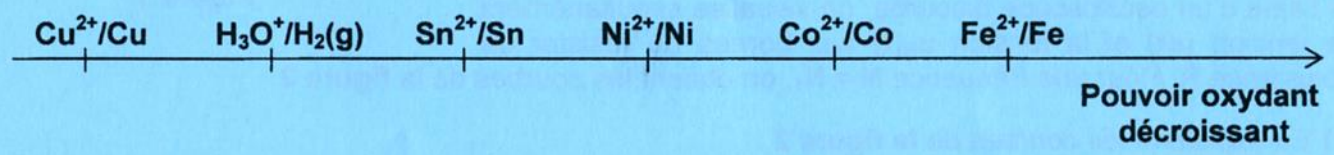
a- Comparer en le justifiant, le taux d'avancement final τ_{f3} de la réaction de décomposition de N_2O_4 à τ_{f1}. En déduire si la couleur jaune-brune du mélange gazeux obtenu en (E_3) est plus intense ou plus claire que celle du mélange obtenu en (E_1).

b- Justifier que la réaction de décomposition de N_2O_4 est endothermique.

c- Déterminer la composition du mélange réactionnel lorsque l'état d'équilibre chimique (E_3) est atteint.

Exercice 2 (5 points)

On donne la classification électrochimique de quelques couples redox suivante :



Les potentiels standard d'électrodes de ces couples redox, à **25 °C**, sont consignés d'une manière aléatoire dans le **tableau 1** de la **page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie)**.

1) a- Définir le potentiel standard d'électrode d'un couple redox.

b- Compléter **le tableau 1** de la **page 5/5** en plaçant chacun des couples redox manquants dans la case correspondante.

2) On considère une demi-pile formée par une électrode métallique attaquable et une solution aqueuse de son sel. Le couple redox mis en jeu est M^{2+}/M (M représente le métal et M^{2+} son ion en solution). On réalise les deux piles suivantes :

- **pile (P_1) :** symbolisée par $Pt\ |H_2\ (P = 1\ atm)\ |H_3O^+\ (1\ mol.L^{-1})\ ||M^{2+}\ (1\ mol.L^{-1})\ |M$. La mesure de la fem initiale E_{i1} de cette pile donne : $E_{i1} < 0$;
- **pile (P_2) :** symbolisée par $Co\ |Co^{2+}\ (C\ mol.L^{-1})\ ||M^{2+}\ (C\ mol.L^{-1})\ |M$. La mesure de la fem initiale E_{i2} de cette pile donne : $E_{i2} > 0$.

a- Justifier que le potentiel standard d'électrode $E^\circ_{M^{2+}/M}$ du couple M^{2+}/M est négatif.

b- À l'instant $t = 0$ pris comme origine des temps, on relie les bornes de la pile (P_2) à un circuit extérieur. Écrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile (P_2) débite du courant électrique.

c- En déduire un encadrement de $E^\circ_{M^{2+}/M}$.

3) La concentration **C** étant de valeur $C = 0,1\ mol.L^{-1}$. La pile (P_2) débite toujours du courant électrique dans le circuit extérieur. À un instant ultérieur t_1, les valeurs de la fem **E** de cette pile et de la concentration en ions M^{2+} sont respectivement $E = 0,01\ V$ et $[M^{2+}] = 6,34.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ Soit **y** l'avancement volumique de la réaction qui se produit spontanément à l'instant t_1.

a- Exprimer la fem **E** en fonction de la fem standard **E°** de la pile (P_2), de **C** et de **y**.

b- Déterminer la valeur de $E^\circ_{M^{2+}/M}$ et identifier le métal **M** parmi les métaux donnés dans la classification électrochimique précédente.

c- Calculer la valeur de la constante d'équilibre **K** relative à l'équation chimique associée à la pile (P_2).

d- La pile (P_2) est usée. Déterminer :

d_1- les valeurs des concentrations finales en ions Co^{2+} et M^{2+} ;

d_2- la masse **m** du métal **M** déposé.

On donne la masse molaire du métal : $M\ (M) = 58,7\ g.mol^{-1}$

On suppose qu'aucune des électrodes de la pile (P_2) ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions sont égaux, de valeur $V = 50\ mL$ chacun et demeurent constants durant le fonctionnement de la pile (P_2).

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

Le circuit électrique de la **figure 1** comporte, montés en série, un résistor de résistance $R = 130\ \Omega$, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, un condensateur de capacité **C** et un ampèremètre **(A)**. Un générateur basse fréquence (**GBF**) impose, aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U_m\sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence **N** réglable. L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m\sin(2\pi Nt + \varphi_i)$, avec I_m son amplitude et φ_i sa phase initiale. À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension **u(t)** et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor de résistance **R**. Pour une fréquence $N = N_1$, on obtient les courbes de la **figure 2**.

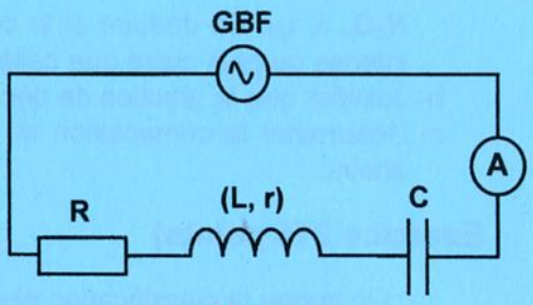


Figure 1

1) En exploitant les courbes de **la figure 2** :

a- déterminer la valeur de la fréquence N_1 ;

b- montrer que le déphasage de la tension **u(t)** par rapport à l'intensité instantanée **i(t)** du courant électrique est : $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3}$ rad.

En déduire la nature du circuit (capacitif, inductif ou résistif).

2) a- Déterminer la valeur de l'intensité efficace I_1 du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.

b- Déterminer la valeur de l'impédance électrique Z_1 du circuit.

c- Montrer que : $r = \frac{Z_1 - 2R}{2}$. Calculer sa valeur.

3) L'équation différentielle régissant l'évolution de **i(t)** au cours du temps s'écrit :

$$(R + r)i + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i dt = u(t)$$

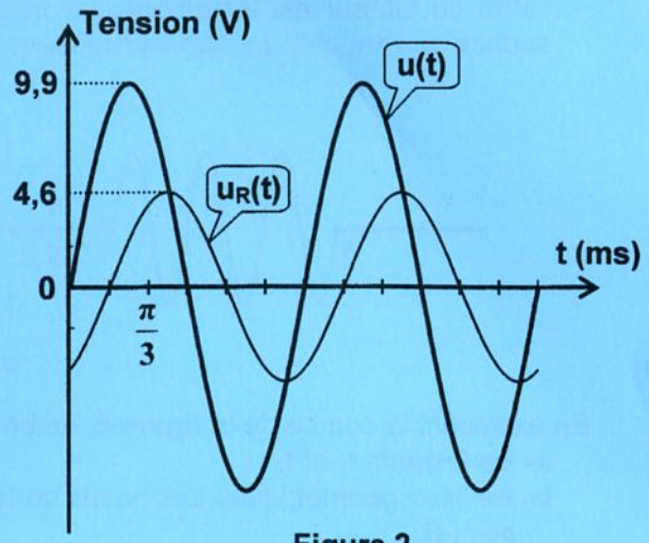


Figure 2

Un voltmètre **(V)** branché aux bornes de l'ensemble {**résistor, bobine**} du circuit indique une valeur U_1 = **11,6 V**.

La **figure 3** de la **page 5/5** (**à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie**) représente la construction de Fresnel inachevée, à la fréquence N_1, relative à l'équation différentielle précédente.

a- Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la **figure 3** de la **page 5/5**.

b- En déduire les valeurs de **L** et de **C**.

4) Le voltmètre **(V)** est maintenant branché aux bornes de l'ensemble {**bobine, condensateur**}. On règle la fréquence **N** à une valeur N_2 de façon à annuler le déphasage $\Delta\varphi$.

a- Déterminer la valeur de l'intensité efficace I_2 du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.

b- Déterminer la valeur de la tension efficace U_2 indiquée par le voltmètre **(V)**.

Exercice 2 (3 points)

Un vibreur muni d'une pointe provoque, en un point **S** de la surface libre d'une nappe d'eau, initialement au repos contenue dans une cuve à ondes, des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude **a** et de fréquence **N**. Une onde progressive, de longueur d'onde λ , se propage à la surface libre de l'eau avec une célérité **v** constante. Le point **S** débute son mouvement à l'instant **t = 0**, en partant de l'état de repos. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation.

On considère deux points **A** et **B** de la surface libre de l'eau situés sur la même direction de propagation (**Sx**), du même côté du point **S** et à des distances respectives $SA = x_A$ et $SB = x_B$, avec $x_B > x_A$. (Voir la **figure 4**).

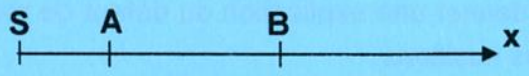


Figure 4

La **figure 5** de la **page 5/5** (**à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie**) représente le diagramme du mouvement du point **B**.

1) Déterminer graphiquement les valeurs de la fréquence **N** et de l'amplitude **a**.

2) L'onde issue de **S** atteint le point **A** à l'instant t_A = **0,1 s**.

a- Représenter, sur le même système d'axes de la **figure 5** de la **page 5/5**, le diagramme du mouvement du point **A**.

b- Montrer que la longueur d'onde λ s'exprime par la relation : $\lambda = \frac{x_B - x_A}{N.\Delta t}$; où Δt représente la durée de propagation de l'onde du point **A** au point **B**.

c- Déduire les valeurs de la longueur d'onde λ et de la célérité **v** de propagation.

On donne x_A = **1,2 cm** et x_B = **3 cm**.

3) À un instant t_1 et suite à une coupure du courant électrique, le vibreur s'arrête. On suppose que l'arrêt du vibreur est instantané. La **figure 6** représente, à un instant $t_2 > t_1$, une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par **S**.

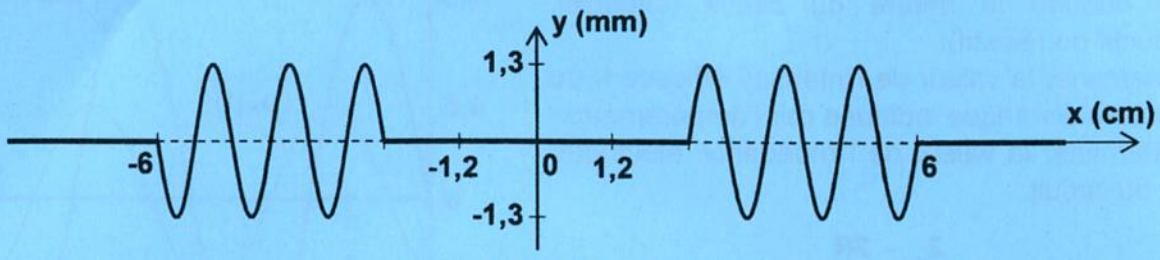


Figure 6

En exploitant la courbe de la **figure 6**, déterminer :

a- les instants t_1 et t_2 ;

b- les lieux géométriques des points de la nappe d'eau qui, à l'instant t_2, vibrent en phase avec le point **B**.

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

L'équivalence masse-énergie

En 1913, Paul Langevin transpose les réflexions d'Einstein à la physique nucléaire et explique ainsi le « défaut de masse » des noyaux atomiques : pourquoi la masse d'un noyau atomique est-elle toujours inférieure à la somme des masses au repos des nucléons qui le constituent ? Langevin propose que le noyau, en se formant à partir de ses composants, libère de l'énergie pour stabiliser sa structure et que cette libération d'énergie s'accompagne d'une perte de masse.

Quelques années plus tard, une autre découverte dévoile toute la signification de l'équivalence masse-énergie : la fission nucléaire. En 1938, les chimistes allemands Otto Hahn et Fritz Strassmann, en bombardant de l'uranium avec des neutrons, notent, dans les produits de la réaction, la présence du baryum radioactif, c'est-à-dire d'un élément dont le noyau comporte moins de protons que l'uranium. Les physiciens autrichiens Lize Meitner et Otto Frisch interprètent ce résultat par la fission de l'uranium : l'uranium, bombardé par des neutrons, se fragmente en deux noyaux plus légers et plusieurs neutrons. L'énergie libérée correspond à une petite partie de la masse au repos du noyau d'uranium, mais est déjà considérable. En outre, les neutrons émis lors de la fission pourraient peut-être à leur tour, dans des conditions adéquates, provoquer de nouvelles fissions, produisant ainsi une réaction en chaîne qui libérerait une énorme quantité d'énergie.

D'après un article de Silvio Bergia,
Revue POUR LA SCIENCE, mai 2002.

1) En se référant au texte, donner une explication du défaut de masse qui accompagne la formation d'un noyau à partir de ces nucléons.

2) Justifier à partir du texte, que la réaction de fission nucléaire s'accompagne d'une conversion de la masse en énergie.

3) La réaction nucléaire, décrite dans le texte, se traduit par l'équation suivante :

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{Z}Kr + y\,^{1}_{0}n$$

a- En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer **Z** et **y**.

b- Calculer, en **MeV**, l'énergie **W** libérée par la fission d'un noyau d'uranium **235**.

On donne : $m(^{235}_{92}U) = 234{,}9934$ u ; $m(^{141}_{56}Ba) = 140{,}9144$ u ; $m(^{92}_{Z}Kr) = 91{,}9261$ u

$m(^{1}_{0}n) = 1{,}0087$ u ; $1\ u = 931{,}5\ MeV.c^{-2}$.

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

.....

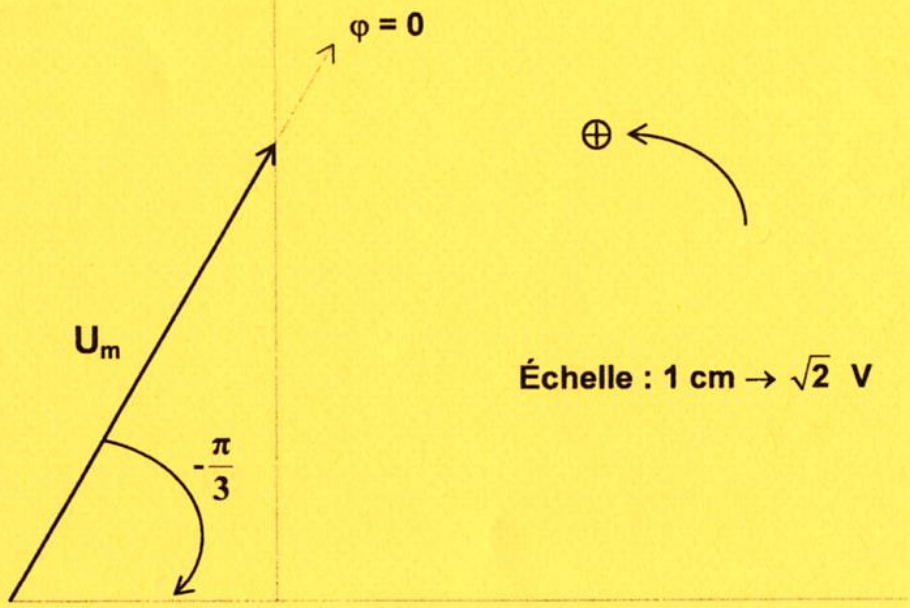
.....

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
Session principale (2020)
Annexe à rendre avec la copie

Tableau 1

$E^{\circ}_{Ox/Red}$ (V)	-0,28	0,34	0	-0,14	-0,44	-0,26
Couple Ox/Red	Co^{2+}/Co	.....	$H_3O^+/H_2(g)$	.....	.....	Ni^{2+}/Ni

Figure 3



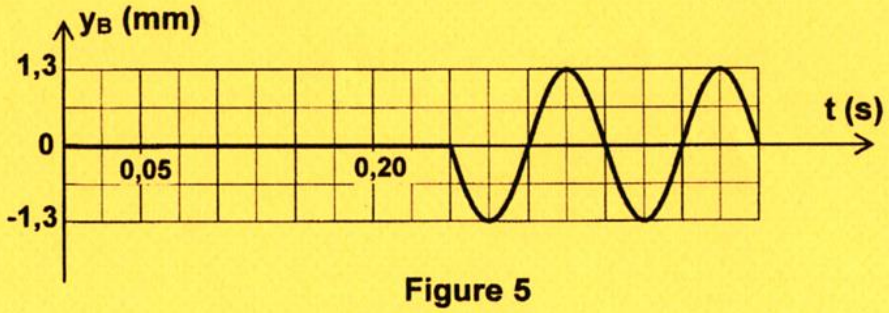


Figure 5

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2020	Session de contrôle	
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1 / 4 à 4 / 4.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On étudie la transformation lente et supposée totale de la réduction des ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ par les ions iodures I^- modélisée par l'équation suivante :

$$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$$

À une température θ_1 adéquate, on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 :

À l'instant **t = 0**, on mélange un volume V_1 **= 10 mL** d'une solution aqueuse (S_1) de peroxodisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) de concentration molaire $C_1 = 5.10^{-2}$ **mol.L^{-1}** avec un volume V_2 **= 40 mL** d'une solution aqueuse (S_2) d'iodure de potassium (**KI**) de concentration molaire C_2 **= 0,5 mol.L^{-1}**. Par une méthode appropriée, on suit l'évolution au cours du temps de la quantité de matière de diiode I_2 formée. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe **x = f(t)**, donnée par la **figure 1**, représentant l'évolution de l'avancement **x** de la réaction au cours du temps.

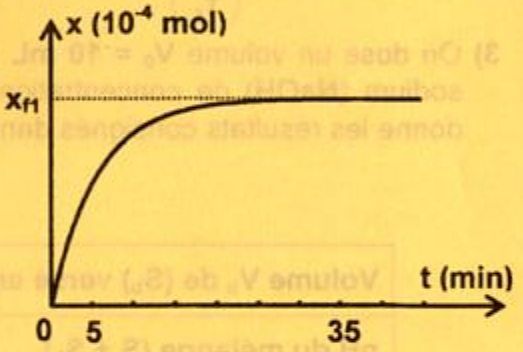


Figure 1

1) Dresser le tableau descriptif en avancement **x**, relatif à la réaction étudiée.
2) Préciser en le justifiant, le réactif limitant. En déduire la valeur de l'avancement final x_{f1}.
3) Déterminer la valeur de la vitesse moyenne v_{m1} de la réaction étudiée pendant la durée Δt_1 **= 30 min** mesurée à partir de l'instant **t = 0**.

Expérience 2 :

Dans trois béchers identiques (B_1), (B_2) et (B_3), on prépare trois mélanges contenant chacun un volume V_1 de (S_1), un volume V'_2 de (S_2) et un volume V_e d'eau distillée (chaque mélange a un volume total : $V_T = V_1 + V'_2 + V_e$ **= 50 mL**). Par une méthode expérimentale convenable, on détermine, pour chacun des mélanges, la durée Δt_i **(i = 1, 2, 3)** nécessaire à la formation de la même quantité de matière finale de I_2 obtenue dans **l'expérience 1**.

La durée Δt_i est mesurée à partir de l'instant auquel le mélange est réalisé. Pour chaque mélange, les volumes et la durée correspondants sont reportés dans le tableau ci-contre.

Bécher	(B_1)	(B_2)	(B_3)
V_1 (mL)	10	10	10
V'_2 (mL)	40	30	20
V_e (mL)	0	10	20
$\Delta t_{i(i=1,2,3)}$ (min)	Δt_1	Δt_2	Δt_3

On désigne par :

- v_{m2}, la vitesse moyenne de la réaction étudiée dans le bécher (B_2) pendant Δt_2 ;
- v_{m3}, la vitesse moyenne de la réaction étudiée dans le bécher (B_3) pendant Δt_3.

1) Justifier que dans les trois béchers, l'avancement final x_f de la réaction étudiée est égal à x_{f1}.
2) Indiquer pourquoi ajoute-on de l'eau distillée dans les béchers (B_2) et (B_3).
3) a- Justifier que $v_{m1} > v_{m2} > v_{m3}$.
   b- En déduire une comparaison entre Δt_1, Δt_2 et Δt_3.

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont considérées à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide étudié.

On dispose d'une solution aqueuse (S) d'un monoacide **AH** faible de concentration molaire C_a. L'acide **AH** est supposé faiblement ionisé dans (S) et le **pH** de sa solution aqueuse (S) est donné par la relation : $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_a)$, avec K_a la constante d'acidité du couple **AH / A⁻**.

On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction du monoacide **AH** avec l'eau dans (S).

1) Établir la relation : $pH = pK_a + \log \tau_f$.

2) On prélève un volume $V_p = 10$ mL de la solution (S) que l'on dilue en lui ajoutant un volume V_e d'eau distillée ; on obtient ainsi une solution aqueuse (S') de concentration molaire C'_a. On suppose que l'acide **AH** demeure faiblement ionisé suite à cette dilution et on désigne par τ'_f le taux d'avancement final de la réaction de **AH** avec l'eau dans (S').

   a- Montrer que : $\log\frac{\tau'_f}{\tau_f} = \frac{1}{2}\log\frac{V_p + V_e}{V_p}$.

   b- Sachant que $\left(\frac{\tau'_f}{\tau_f}\right)^2 = 10$, déterminer la valeur de V_e.

3) On dose un volume $V_0 = 10$ mL de la solution (S) par une solution aqueuse (S_b) d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire $C_b = 0{,}1$ mol.L^{-1} Le suivi pH-métrique de ce dosage donne les résultats consignés dans le tableau suivant :

	État de demi-équivalence	État d'équivalence
Volume V_b de (S_b) versé en mL	5	10
pH du mélange (S + S_b)	4,8	8,7

   a- En exploitant le tableau ci-dessus :

   a_1- déterminer la valeur de C_a ;

   a_2- préciser en le justifiant, la valeur du pK_a du couple **AH / A⁻**.

   b- Déduire les valeurs de **pH** de la solution (S) et de **pH'** de la solution (S').

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4 points)

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte, montés en série, un générateur de tension idéal de **fem E**, un résistor de résistance **R** variable, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** et un interrupteur **K**.

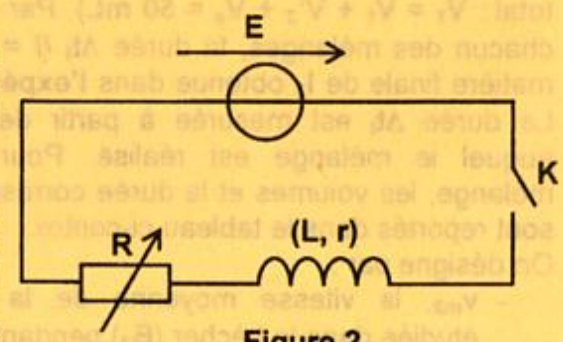


Figure 2

1) À l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**. Un courant électrique circule dans le circuit avec une intensité instantanée **i(t)** qui augmente graduellement au cours du temps et atteint le régime permanent après un retard de temps.

   a- Énoncer la loi de Lenz.

   b- Justifier que la bobine est responsable du retard de l'établissement du régime permanent.

2) L'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor est régie par l'équation différentielle suivante : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{u_R(t)}{\tau} = \frac{RE}{L}$; où τ représente la constante de temps du circuit.

On admet que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; avec U la valeur de $u_R(t)$ en régime permanent.

a- Rappeler l'expression de τ en fonction de L, r et R.

b- Exprimer U en fonction de E, r et R.

3) On établit plusieurs fois le régime permanent et, ce, en variant à chaque fois la valeur de la résistance R du résistor. On détermine pour chaque valeur de R, la valeur de la constante de temps τ. Ceci a permis de tracer la courbe $\frac{1}{\tau} = f(R)$ de **la figure 3**.

En exploitant la courbe de **la figure 3**, montrer que **L = 0,5 H** et **r = 10 Ω**.

4) À la fin de l'expérience réalisée en 3), on ouvre l'interrupteur K. On règle la résistance R à une valeur R_1. À un nouvel instant t' = 0, on ferme K et on suit l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ à l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire. On obtient la courbe de **la figure 4**.

a- Relever graphiquement la valeur de τ.

b- Déduire les valeurs de R_1 et de E.

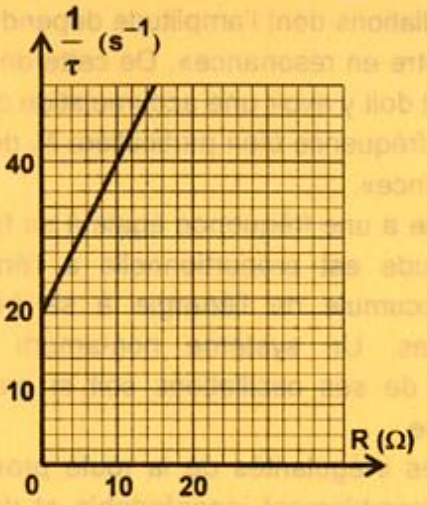


Figure 3

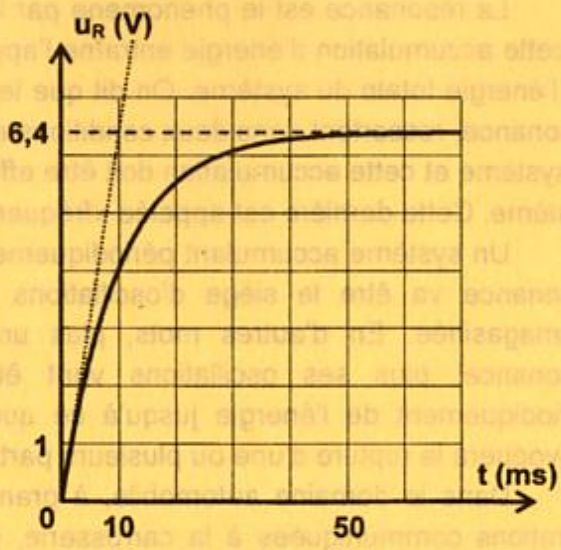
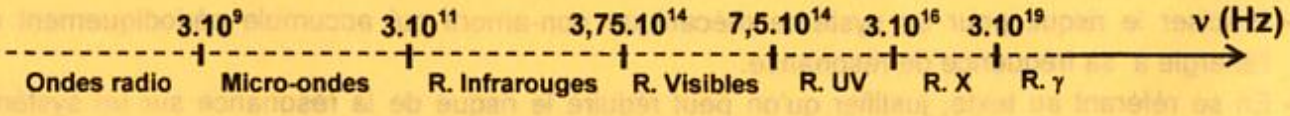


Figure 4

Exercice 2 (4 points)

On donne :

- constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^{8}$ m.s^{-1}
- spectre d'ondes électromagnétiques :



Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$; avec $E_0 = 21{,}76.10^{-19}$ J et n un entier naturel non nul.

On considère la fréquence $\nu_{p,n}$ de la radiation émise lors de la transition de l'atome d'hydrogène d'un niveau d'énergie E_p vers un niveau d'énergie E_n tel que p > n.

1) a- Montrer que la fréquence $\nu_{p,n}$ vérifie la relation : $\nu_{p,n} = \frac{E_0}{h}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right)$.

b- Calculer les valeurs de $\nu_{3,1}$ et $\nu_{2,1}$. Préciser le domaine dans lequel se situent ces deux radiations.

c- Montrer que : $\nu_{3,1} = \nu_{3,2} + \nu_{2,1}$. En déduire la valeur de $\nu_{3,2}$.

2) Grâce à des radiations électromagnétiques, on fournit à l'atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental, successivement trois photons. L'énergie de chaque photon correspond à une transition possible entre le niveau d'énergie E_1 et un niveau d'énergie E_p. Le photon le plus énergétique, parmi les trois, possède une énergie $W = 20{,}40.10^{-19}$ J.

a- Préciser le niveau le plus haut auquel peut passer l'atome d'hydrogène à partir de son état fondamental.

b- On s'intéresse maintenant aux radiations émises lors des transitions possibles de l'atome d'hydrogène de l'un des niveaux d'énergies E_p précédemment occupés par cet atome vers le niveau d'énergie E_2.

b_1- Préciser les transitions possibles.

b_2- Montrer que les fréquences des radiations émises lors de ces transitions se situent dans le domaine visible.

c- Déduire la valeur de la fréquence $\nu_{4,3}$. Préciser le domaine dans lequel se situe cette radiation.

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Le phénomène de résonance

La résonance est le phénomène par lequel un système accumule périodiquement de l'énergie, et cette accumulation d'énergie entraîne l'apparition d'oscillations dont l'amplitude dépend directement de l'énergie totale du système. On dit que le système «entre en résonance». De cette définition de la résonance, ressortent donc deux conditions essentielles : il doit y avoir une accumulation d'énergie par le système et cette accumulation doit être effectuée à une fréquence bien particulière N_r dépendant du système. Cette dernière est appelée «fréquence de résonance».

Un système accumulant périodiquement de l'énergie à une fréquence égale à sa fréquence de résonance va être le siège d'oscillations dont l'amplitude est proportionnelle à l'énergie totale emmagasinée. En d'autres mots, plus un système accumule de l'énergie à sa fréquence de résonance, plus ses oscillations vont être importantes. Un système non-amorti accumulera périodiquement de l'énergie jusqu'à ce que l'amplitude de ses oscillations soit si grande qu'elle provoquera la rupture d'une ou plusieurs parties du système.

Dans le domaine automobile, à grande vitesse, les irrégularités de la route provoquent des vibrations communiquées à la carrosserie, générant un tremblement inconfortable et des bruits de vrombissement relativement gênants. Pour réduire l'effet de résonance, les voitures comportent des amortisseurs destinés à dissiper une partie de l'énergie des vibrations.

D'après un article de Thomas Boisson, Pourquoi la résonance peut-elle être dangereuse ?, juillet 2017.

1) a- En se référant au texte, définir le phénomène de résonance.

b- Donner les conditions pour lesquelles se manifeste le phénomène de résonance.

2) a- Préciser le risque pour un système mécanique non-amorti qui accumule périodiquement de l'énergie à sa fréquence de résonance.

b- En se référant au texte, justifier qu'on peut réduire le risque de la résonance sur un système mécanique.

3) On se place dans le cas où le système mécanique est un pendule élastique. On s'intéresse alors aux oscillations forcées du pendule élastique en régime sinusoïdal.

Représenter sur le même graphique l'allure de la courbe d'évolution de l'amplitude X_m des oscillations en fonction de la fréquence N de l'excitateur pour deux valeurs h_1 et h_2 du coefficient de frottement. Indiquer sur le graphe les fréquences de résonance d'élongation N_{r1} et N_{r2} correspondant respectivement à h_1 et à h_2, ainsi que la fréquence propre N_0 du résonateur.

On suppose que $h_1 < h_2 < h_\ell$; avec h_ℓ la valeur de h au-dessus de laquelle il n'y a plus de résonance.

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2019	Session principale	
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Dans un bécher, on prépare un mélange équimolaire **(M)** d'un ester **(E)** et de l'eau, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable. On répartit le mélange homogénéisé **(M)** en cinq volumes égaux contenant chacun n_0 **mol** de l'ester **(E)** et n_0 **mol** d'eau et on les verse dans des tubes à essai numérotés de **1** à **5**.

On munit chaque tube à essai d'un bouchon surmonté d'un tube effilé et on les plonge tous, à l'instant $t = 0$, dans un bain-marie porté à une température θ convenable.

A des instants successifs t_i $(i = 1,2,\ldots, 5)$, on sort respectivement l'un des tubes chauffés, numérotés de **1** à **5** et on verse immédiatement son contenu dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacée. On dose, à chaque fois, l'acide contenu dans chacun des tubes par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire $C = 2\ mol.L^{-1}$.

On désigne par V_{E3}, V_{E4} et V_{E5} les volumes de la solution aqueuse de **NaOH** nécessaires, à l'équivalence, pour doser l'acide carboxylique formé respectivement dans les tubes numérotés **3**, **4** et **5**. On obtient : $V_{E3} = V_{E4} = V_{E5} = 10\ mL$.

La constante d'équilibre relative à cette réaction d'hydrolyse est $K = 0,25$.

1) a- Dresser le tableau descriptif en avancement **x** relatif à la réaction d'hydrolyse étudiée dans un tube à essai.

b- Déterminer les avancements x_3, x_4 et x_5. En déduire l'avancement final x_f de la réaction étudiée.

2) Le taux d'avancement final de la réaction d'hydrolyse étudiée étant τ_f.

a- Montrer que : $\dfrac{\tau_f}{1 - \tau_f} = 0,5$. Calculer la valeur de τ_f.

b- En déduire la valeur de n_0.

c- Déduire la quantité de matière initiale n_{E0} d'ester contenu dans le mélange **(M)**.

3) Maintenant, on étudie la réaction d'hydrolyse de la même quantité de matière $n_{E0} = 0,3\ mol$ d'ester **(E)** avec une quantité de matière n_1 d'eau telle que $n_1 > n_{E0}$. Pour cela, on prépare un mélange **(M')** contenant ces quantités de matière d'ester **(E)** et d'eau, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable. On répartit le mélange homogénéisé **(M')** en deux volumes égaux versés dans deux erlenmeyers L_a et L_b munis chacun d'un bouchon surmonté d'un tube effilé puis plongés, à un nouvel instant $t' = 0$, dans le bain-marie porté à la même température θ. Les contenus des deux erlenmeyers L_a et L_b sont respectivement retirés aux instants t_a et t_b et placés dans un bain d'eau glacée puis dosés. Les deux dosages sont effectués avec la même solution aqueuse de **NaOH** de concentration molaire $C = 2\ mol.L^{-1}$. Les volumes de la solution aqueuse de **NaOH** nécessaires, à l'équivalence, pour doser l'acide carboxylique formé dans L_a et L_b sont respectivement $V_{Ea} = 9,0\ mL$ et $V_{Eb} = 37,5\ mL$. Sachant que $t_b - t_a = 50\ min$ et que t_b correspond à l'instant auquel le mélange dans L_b atteint l'équilibre chimique :

a- déterminer la vitesse moyenne de la réaction d'hydrolyse dans L_b entre t_a et t_b ;

b- déterminer la valeur du taux d'avancement final τ'_f de la réaction étudiée ;

c- déterminer la valeur de n_1.

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de chacune des monobases étudiées.

On considérera pour les solutions étudiées que :

- pour une solution aqueuse d'une monobase forte de concentration molaire **C**, le **pH** s'exprime par : $pH = pK_e + \log C$;

- pour une solution aqueuse d'une monobase faible, faiblement ionisée et de concentration molaire **C**, le **pH** s'exprime par : $pH = pK_e + \frac{1}{2}(\log C - pK_b)$; avec K_b la constante de basicité du couple acide-base correspondant.

1) On considère une solution aqueuse **(S)** d'une monobase **B**, de concentration molaire **C** et de **pH** donné. On dilue **n fois** la solution **(S)**, on obtient une solution aqueuse **(S')** de concentration molaire **C'** et dont le **pH** a une valeur **pH'**.

a- Montrer que :

- pour une solution aqueuse d'une monobase forte : $n = 10^{pH - pH'}$;
- pour une solution aqueuse d'une monobase faible et faiblement ionisée : $n = 10^{2(pH - pH')}$.

b- Le taux d'avancement final de la réaction de la monobase **B** avec l'eau est noté τ_f. Exprimer τ_f en fonction du **pH** de la solution aqueuse de **B**, sa concentration molaire **C** et pK_e.

c- Montrer que dans le cas où la monobase **B** est faible et faiblement ionisée, la constante de basicité K_b s'écrit : $K_b = \tau_f^2 . C$.

2) On prépare trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire C_0 et contenant respectivement les monobases B_1, B_2 et B_3. On dilue **5 fois** chacune des trois solutions précédentes. Les mesures de **pH** des trois solutions avant et après dilution, fournissent les résultats consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S_1)	(S_2)	(S_3)
$pH_{\text{avant dilution}}$	10,95	12,70	10,10
$pH_{\text{après dilution}}$	10,60	12,00	9,75

a- Montrer que la monobase B_2 est forte.

b- Déterminer la valeur de C_0.

3) a- Justifier que les monobases B_1 et B_3 sont faibles et faiblement ionisées tant avant qu'après la dilution.

b- Déterminer les valeurs des constantes de basicité K_{b1} et K_{b3} respectivement des couples B_1H^+/B_1 et B_3H^+/B_3.

c- Comparer les forces des monobases B_1 et B_3.

Physique (11 points)

Exercice 1 (4,25 points)

Le pendule élastique de la **figure 1** est constitué d'un ressort **(R)** à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur **k**, lié à un solide **(S)** de masse **m** qui peut se déplacer le long d'une tige **(T)**. A l'équilibre, le centre d'inertie **G** de **(S)** coïncide avec l'origine **O** d'un repère $(O, \vec{i})$ porté par un axe horizontal **x'x**. A un instant **t** donné, la position de **G** est repérée par son abscisse **x(t)**.

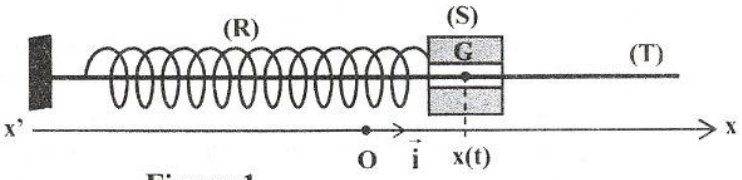


Figure 1

L'énergie potentielle de pesanteur est supposée nulle au niveau du plan horizontal contenant la tige **(T)**.

A) Expérience 1

On écarte le solide **(S)** de sa position d'équilibre d'une distance x_0 et on le lâche, à l'instant **t = 0**, sans vitesse initiale, il se met donc à osciller. Au cours de son mouvement, le solide **(S)** est soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$; où **h** est le coefficient de frottement et $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie **G** de **(S)**. L'équation différentielle régissant les oscillations de **G** est donnée par :

$$m\frac{d^2x(t)}{dt^2} + h\frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = 0.$$

Pour trois valeurs de **h** (h_1, h_2, h_3) telles que $h_1 < h_2 < h_3$, un dispositif approprié permet d'enregistrer l'évolution, au cours du temps, de l'élongation **x** du centre d'inertie **G** de **(S)**. On obtient alors les courbes **(A)**, **(B)** et **(C)** de la **figure 2**.

1) a- Associer à chacune des courbes **(A)**, **(B)** et **(C)** de la **figure 2** le coefficient de frottement correspondant.

b- Parmi les trois courbes **(A)**, **(B)** et **(C)** de la **figure 2**, indiquer celle (ou celles) qui correspond(ent) à :

- un régime pseudopériodique ;

- un régime apériodique.

2) On se place dans le cas du régime pseudopériodique. A l'instant $t = 0$, le système {(S) + (R)} acquiert une énergie mécanique $W = 18{,}75.10^{-3}$ J. On assimile la pseudo-période T à la période propre T_0 des oscillations.
   a- Déterminer graphiquement les valeurs de x_0 et T.
   b- En déduire les valeurs de k et m.

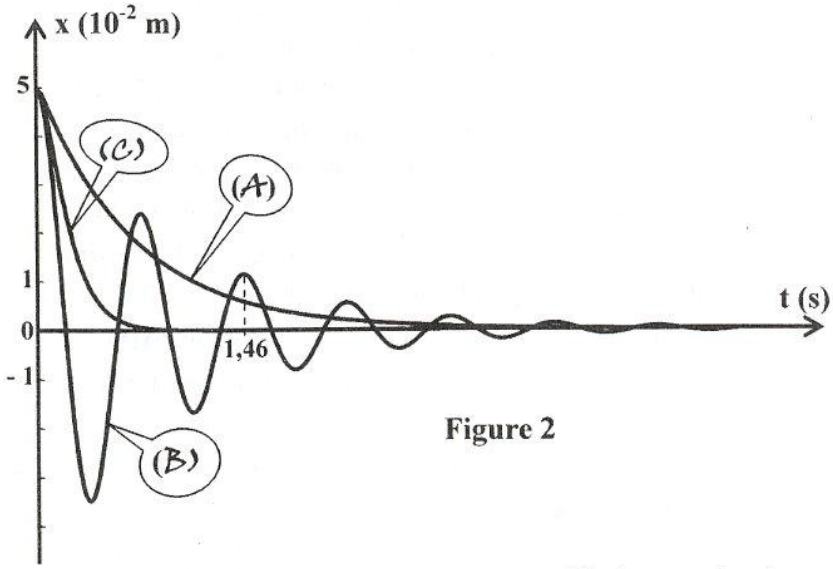


Figure 2

B) Expérience 2

Le solide (S) est toujours soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$. Un excitateur exerce sur (S) une force $F(t) = F_m\sin(2\pi Nt)$, d'amplitude F_m constante et de fréquence N réglable. Le solide (S) effectue alors des oscillations mécaniques forcées.

On fait varier la fréquence N de l'excitateur et on mesure à chaque fois l'amplitude X_m des oscillations. Pour deux nouvelles valeurs h_a et h_b de h, on obtient respectivement les courbes (a) et (b) de la **figure 3** de la **page 5/5** donnant l'évolution de l'amplitude X_m en fonction de la fréquence N. On désignera par X_{ma} et X_{mb} les amplitudes à la résonance d'élongation associées respectivement aux courbes (a) et (b), et N_a et N_b les fréquences correspondantes.

1) Sans avoir recours aux calculs, comparer en le justifiant, h_a à h_b.
2) On rappelle que pour un circuit RLC série alimenté par une tension $u(t) = U_m\sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable, l'évolution de la charge q(t) du condensateur est régie par l'équation différentielle suivante : $L\dfrac{d^2q(t)}{dt^2} + R\dfrac{dq(t)}{dt} + \dfrac{q(t)}{C} = u(t)$. La solution de cette équation différentielle est $q(t) = Q_m\sin(2\pi Nt + \varphi_q)$; où Q_m et φ_q représentent respectivement l'amplitude et la phase initiale de q(t). Pour réaliser la construction de Fresnel, on associe à chacune des expressions de l'équation différentielle un vecteur de Fresnel comme suit :

$$\frac{q(t)}{C} \mapsto \vec{u_1}\left[\frac{Q_m}{C}, \varphi_q\right] \quad ; \quad R\frac{dq(t)}{dt} \mapsto \vec{u_3}\left[2\pi NRQ_m, \varphi_q + \frac{\pi}{2}\right]$$

$$L\frac{d^2q(t)}{dt^2} \mapsto \vec{u_2}\left[4\pi^2N^2LQ_m, \varphi_q + \pi\right] \quad ; \quad u(t) \mapsto \vec{w}\left[U_m, 0\right]$$

Avec : $\vec{u_1} + \vec{u_2} + \vec{u_3} = \vec{w}$

La résonance de charge est obtenue pour une fréquence N_{rq} telle que : $N_{rq}^2 = N_0^2 - \dfrac{R^2}{8\pi^2L^2}$; avec N_0 la fréquence propre du résonateur.

   a- En utilisant l'analogie formelle électrique-mécanique, déterminer la valeur de h_a.
   b- La **figure 4** de la **page 5/5** (**à compléter par le candidat et à remettre avec la copie**) représente la construction de Fresnel inachevée relative à l'équation différentielle en x(t) pour $N = N_b$ et $h = h_b$. En utilisant l'analogie formelle électrique-mécanique :
      b_1- compléter en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la **figure 4** de la **page 5/5** ;
      b_2- déduire les valeurs de F_m et h_b.

Exercice 2 (3,75 points)

L'isotope $^{123}_{53}I$ de l'iode est obtenu par bombardement d'un noyau d'antimoine $^{121}_{51}Sb$ par une particule α ($^{4}_{2}He$). La formation de $^{123}_{53}I$ est accompagnée par l'émission de neutrons.

1) Ecrire en précisant les lois utilisées, l'équation de la réaction nucléaire.
2) a- Calculer l'énergie de liaison $E_{\ell 1}$ du noyau de $^{121}_{51}Sb$.
   b- L'énergie de liaison du noyau de $^{123}_{53}I$ est $E_{\ell 2} = 1038{,}9$ MeV. Comparer la stabilité des noyaux $^{123}_{53}I$ et $^{121}_{51}Sb$. Justifier la réponse.

3) En médecine, l'iode **123**, élément radioactif, est utilisé pour effectuer la scintigraphie (examen d'imagerie médicale) thyroïdienne. Il s'agit d'injecter, à l'instant **t = 0**, une dose de l'isotope $^{123}_{53}\mathbf{I}$, fraichement préparé, dans le corps du patient. La thyroïde fixe l'iode injecté par voie intraveineuse. **La première scintigraphie** est effectuée **deux heures** après l'injection.

Lors de sa désintégration, un noyau $^{123}_{53}\mathbf{I}$ émet un rayonnement γ d'énergie $\mathbf{W_0 = 159\ keV}$. La courbe de la **figure 5** représente l'évolution au cours du temps de l'activité **A** de la dose injectée de $^{123}_{53}\mathbf{I}$. Cette activité est régie par l'expression $\mathbf{A(t) = A_0 e^{-\lambda t}}$; où $\mathbf{A_0}$ désigne l'activité de la dose injectée à l'instant **t = 0** et λ la constante radioactive de $^{123}_{53}\mathbf{I}$.

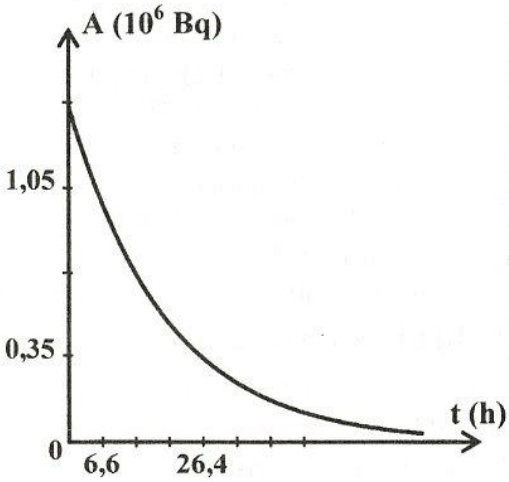


Figure 5

a- Déterminer graphiquement la valeur de $\mathbf{A_0}$ et la valeur de la demi-vie **T** de $^{123}_{53}\mathbf{I}$.

b- En déduire la valeur de λ ainsi que celle du nombre de noyaux $\mathbf{N_0}$ de $^{123}_{53}\mathbf{I}$ présents dans la dose injectée à **t = 0**.

c- Déterminer les valeurs des activités $\mathbf{A_1}$ et $\mathbf{A_2}$ respectivement **2 heures** et **74 heures** après injection.

d- En comparant $\mathbf{A_1}$ à $\mathbf{A_2}$, déduire pourquoi il faut faire la première scintigraphie rapidement.

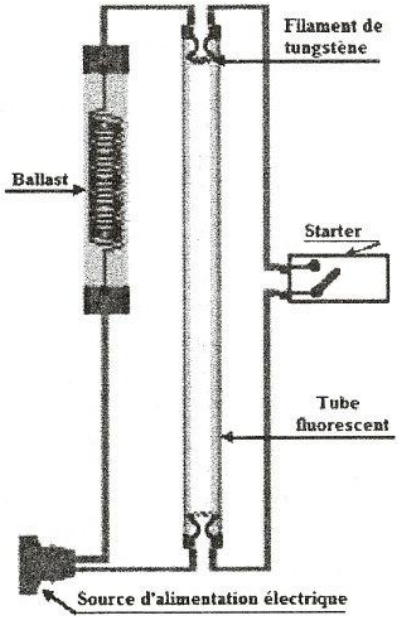
e- Déterminer l'énergie $\mathbf{W_1}$ libérée sous forme de rayonnement γ par la désintégration de l'iode **123** pendant les **72 heures** qui suivent **la première scintigraphie**.

On donne : $\mathbf{m(^{121}_{51}Sb) = 120{,}87603\ u}$; $\mathbf{m(^{1}_{1}p) = 1{,}00728\ u}$; $\mathbf{m(^{1}_{0}n) = 1{,}00866\ u}$; $\mathbf{1\ u = 931{,}5\ MeV.c^{-2}}$

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

Les lampes fluorescentes

Avez-vous déjà guetté l'allumage des lampes fluorescentes (par exemple les tubes néon) ? C'est une décharge dans le gaz de ces lampes qui provoque une émission de lumière. La lampe ne se branche pas directement à la source d'alimentation électrique ; il faut lui associer une bobine (ballast) et un starter (figure ci-contre).



Le starter est composé d'un petit tube rempli de gaz et pourvu d'un bilame. A l'allumage, la mise sous tension provoque un arc électrique au sein du gaz. Celui-ci échauffe le bilame, jusqu'alors ouvert, qui se ferme. Pendant ce temps, un courant circule dans les électrodes (filaments de tungstène). Elles s'échauffent et ionisent le gaz qui les environne, ce qui facilitera l'allumage. Le bilame étant fermé, l'arc électrique dans le starter disparaît. Le bilame se refroidit alors et s'ouvre. Il provoque ainsi une interruption brusque du courant dans le ballast raccordé en série. Le ballast, composé d'un bobinage de cuivre entourant un noyau de fer (ballast dit inductif ou électromagnétique), va tenter de rétablir ce courant en libérant toute son énergie. Cela provoque une impulsion de tension très élevée entre les électrodes de la lampe capable d'allumer le tube fluorescent. Souvent, cet allumage ne réussit pas en une seule tentative. Si la lampe ne s'est pas allumée, le cycle recommence.

En fonctionnement, la tension aux bornes de la lampe est trop faible pour générer un nouveau cycle d'allumage. Le starter se maintient donc en position ouverte et le courant traverse la lampe qui reste allumée. A partir de cet instant, le ballast joue le rôle de limiteur de courant et empêche la destruction de la lampe.

D'après Printemps des sciences 2015 - Bruxelles

1) En se référant au texte, préciser les éléments électriques qui assurent l'allumage des lampes fluorescentes.

2) Préciser le phénomène physique qui se produit dans le ballast et qui est responsable de l'allumage de la lampe fluorescente.

3) Préciser le double rôle du ballast et indiquer s'il s'agit d'un dipôle RL ou d'un dipôle RC.

4) Donner les étapes d'un cycle d'allumage d'une lampe fluorescente.

Section : ....N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : ....

Signatures des surveillants

.....

.....

Épreuve : Sciences physiques – Section : Sciences expérimentales - Session principale (2019)

Annexe à rendre avec la copie

Figure 3

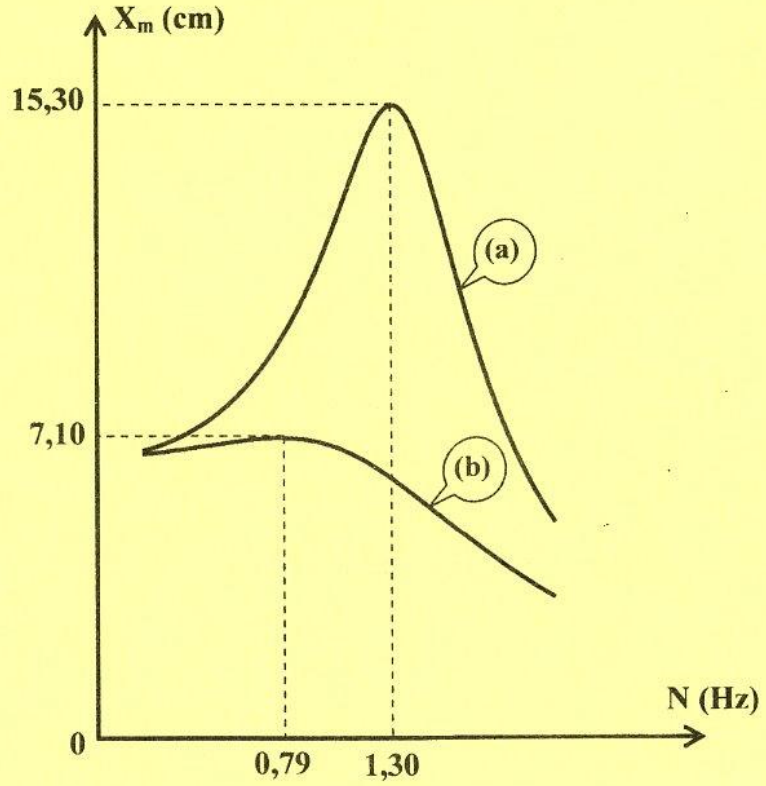
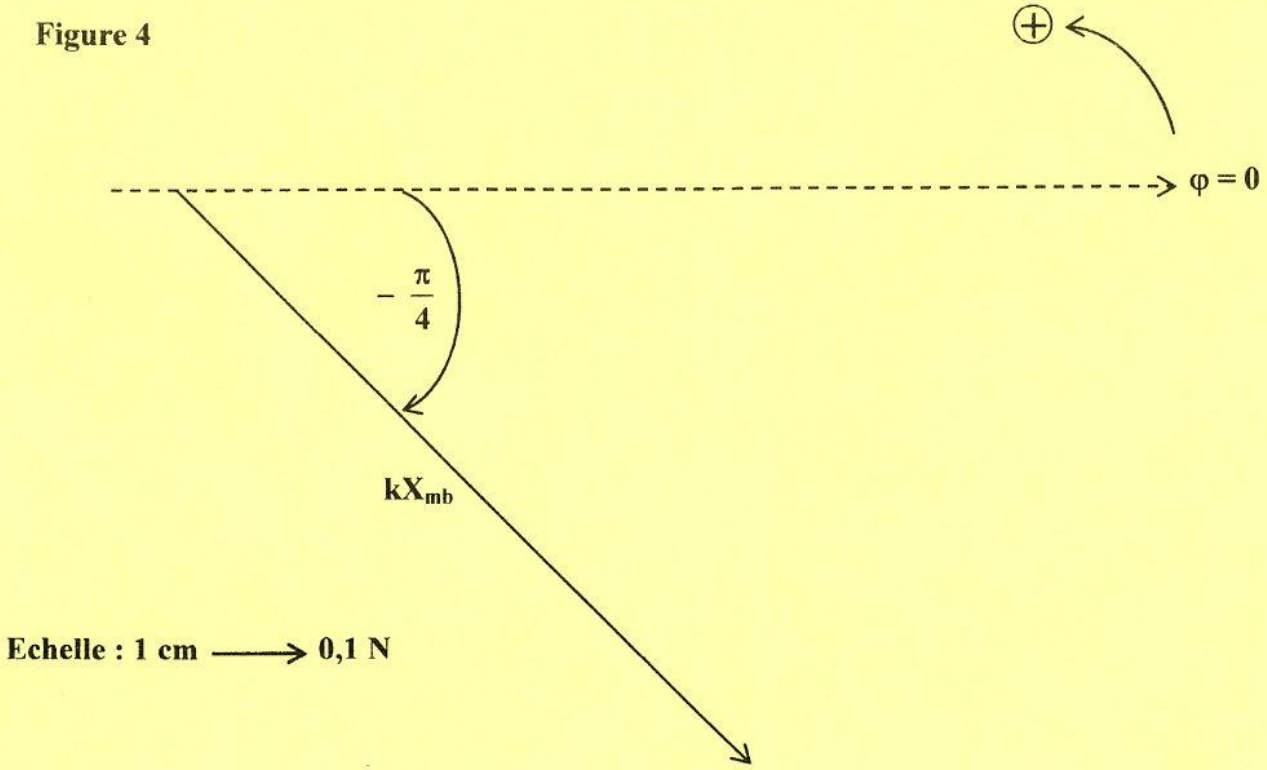


Figure 4



RÉPUBLIQUE TUNISIENNE **MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION** **EXAMEN DU BACCALAURÉAT** SESSION **2019**	**Session principale**	
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Corrigé et barème de notation

Chimie (9 points)

Exercice 1 : (4,5 points) — **Barème**

1)a- — **0,5**

Equation chimique		Ester + Eau Acide + Alcool			
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
Initial	0	n_0	n_0	0	0
intermédiaire	x	n_0- x	n_0- x	x	x
final	x_f	n_0-x_f	n_0-x_f	x_f	x_f

b- — **3x0,25**

$n_{acide\ i} = CV_{Ei} = x_i$

$x_3 = x_4 = x_5 = 2.10^{-2}$ mol

$x_f = 2.10^{-2}$ mol.

2)a- — **0,5 + 0,25**

$$K = \frac{[acide]_{éq}[alcool]_{éq}}{[ester]_{éq}[eau]_{éq}} = \frac{x_f^2}{(n_0 - x_f)^2} = \frac{1}{4}$$

$$\text{or } \tau_f = \frac{x_f}{n_0} \Rightarrow x_f = n_0\tau_f \Rightarrow \frac{\tau_f}{1-\tau_f} = 0,5$$

$$\text{d'où } \tau_f = \frac{1}{3}$$

b- — **2x0,25**

$$n_0 = \frac{x_f}{\tau_f} = 6.10^{-2} \text{ mol}$$

c- — **2x0,25**

$$n_{E0} = 5n_0 = 0,3 \text{ mol}$$

3)a- — **3x0,25**

$$v_{moy} = \frac{x_b - x_a}{t_b - t_a}$$

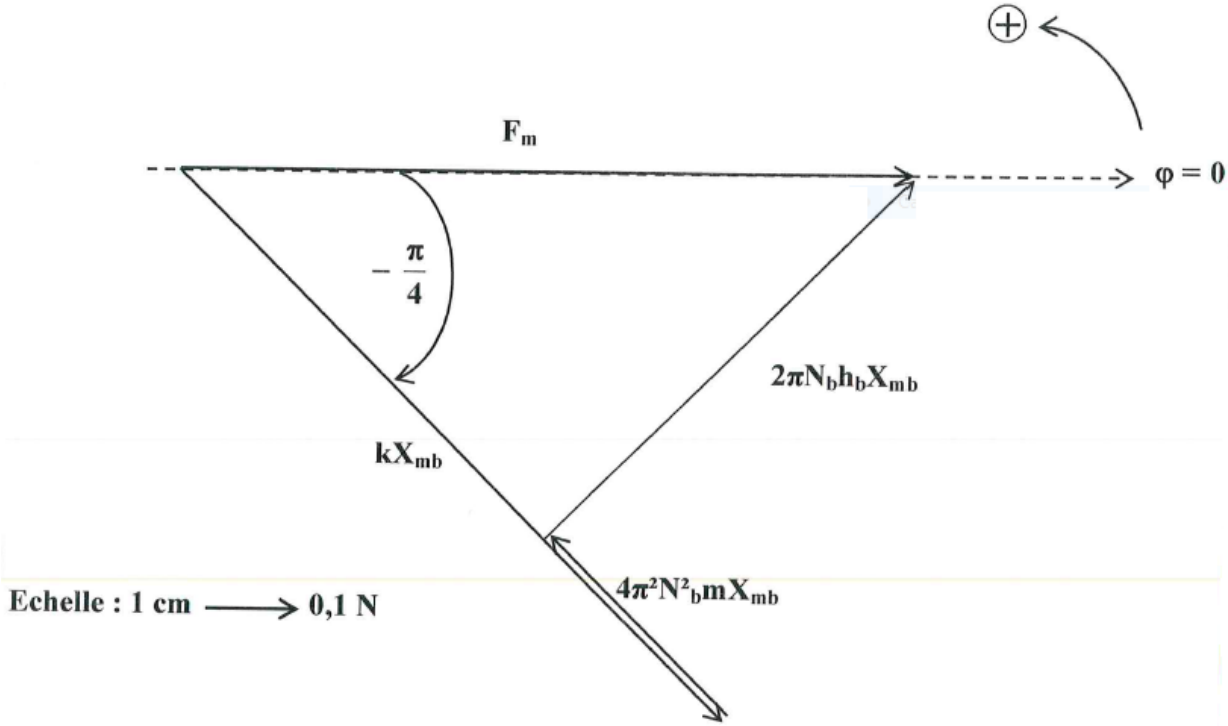
$$x_b = CV_{Eb} = 7,5.10^{-2} \text{mol}$$

$$x_a = CV_{Ea} = 1,8.10^{-2} \text{mol}$$

$$v_{moy} = 1,14.10^{-3} \text{mol.min}^{-1}$$

b- $\tau_f^{'} = \dfrac{x_b}{\dfrac{n_{E0}}{2}} = 0,5$	**0,25**
c- $K = \dfrac{4x_b^2}{(n_1 - 2x_b)(n_{E0} - 2x_b)} \Rightarrow n_1 = 2x_b + \dfrac{4x_b^2}{K(n_{E0} - 2x_b)} = 0,75 \text{ mol}$	**2x0,25**
Exercice 2 : (4,5 points)	**Barème**
1) a- $C^{'} = \dfrac{C}{n}$ pour une solution aqueuse d'une monobase forte: $pH - pH^{'} = \log\dfrac{C}{C^{'}} = \log(n) \Rightarrow n = 10^{pH-pH^{'}}$ pour une solution aqueuse d'une monobase faible et faiblement ionisée: $pH - pH^{'} = \dfrac{1}{2}\log\dfrac{C}{C^{'}} = \dfrac{1}{2}\log(n) \Rightarrow n = 10^{2(pH-pH^{'})}$	**3x0,25**
b- $\tau_f = \dfrac{[OH^-]}{C} = \dfrac{10^{pH-pKe}}{C}$	**2x0,25**
c- $\tau_f^2 = \dfrac{10^{2(pH-pKe)}}{C^2} = \dfrac{10^{\log C - pK_b}}{C^2} = \dfrac{10^{\log C + \log K_b}}{C^2} = \dfrac{C.K_b}{C^2}$ $\Rightarrow K_b = \tau_f^2.C$	**0,5**
2) a- $\text{Pour} B_2 : n = 10^{pH-pH^{'}} = 10^{12,70-12} = 10^{0,7} = 5 \Rightarrow B_2$ est une base forte	**0,5**
b- $pH = pK_e + \log C_0 \Rightarrow C_0 = 10^{pH-pK_e} = 5.10^{-2} mol.L^{-1}; \text{avec } pH = 12,70$	**2x0,25**
3) a- $\text{Pour } B_1 : n = 10^{2(pH-pH^{'})} = 10^{2(10,95-10,6)} = 10^{0,7} = 5$ $\text{Pour } B_3 : n = 10^{2(pH-pH^{'})} = 10^{2(10,10-9,75)} = 10^{0,7} = 5$ $\Rightarrow B_1$ et B_3 sont faibles et faiblement ionisées	**0,75**
b- $K_{b1} = \tau_{f1}^2.C_0 = \dfrac{10^{2(pH-pK_e)}}{C_0} = 1,59.10^{-5}; pH = 10,95$ $K_{b3} = \tau_{f3}^2.C_0 = \dfrac{10^{2(pH-pK_e)}}{C_0} = 3,17.10^{-7}; pH = 10,10$	**2x0,25**

c- $K_{b1} > K_{b3} \Rightarrow B_1$ est une monobase plus forte quye B_3	**2x0,25**
Physique (11 points)	
Exercice 1 : (4,25 points)	**Barème**
A) Expérience 1 **1) a-** (A) $\rightarrow h_3$ (B) $\rightarrow h_1$ (C) $\rightarrow h_2$	**2x0.25**
b- (B) $\rightarrow$ régime pseudopériodique (A) et (C) $\rightarrow$ régime apériodique	**2x0.25**
2) a- $x_0 = 5.10^{-2}$ m et T=0,73 s	**2x0.25**
b- $W = \frac{1}{2}kx_0^2 \Rightarrow k = \frac{2W}{x_0^2} = 15\ N.m^{-1}$ $T \square T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{T^2k}{4\pi^2} = 202\ g$	**2x0.25** **2x0.25**
B) Expérience 2 **1)** La courbe (b) correspond à une résonance floue $\Rightarrow h_a < h_b$ La courbe (a) correspond à une résonance aigue	**2x0.25**
2) a- $\mathbf{N_{rx}^2 = N_0^2 - \frac{h_a^2}{8\pi^2m^2}}$ **avec** $\mathbf{N_0 = \frac{1}{T_0}}$**;** $\mathbf{h_a = \pi m\sqrt{8(N_0^2 - N_{rx}^2)} = 0,78\ kg.s^{-1}}$	**2x0.25**
b- b1- $\mathbf{kx(t) \mapsto \vec{u_1}\ [kX_m,\ \varphi_x]}$ $\mathbf{\vec{u_1}\ [1,065N,\ \varphi_x] \mapsto \vec{u_1}\ [10,65\ cm,\ \varphi_x]}$ $\mathbf{m\frac{d^2x(t)}{dt^2} \mapsto \vec{u_2}\ [4\pi^2N_b^2mX_{mb},\ \varphi_x + \pi]}$ $\mathbf{\vec{u_2}\ [0,35N,\ \varphi_x + \pi] \mapsto \vec{u_1}\ [3,5\ cm,\ \varphi_x]}$ $\mathbf{h_b\frac{dx(t)}{dt} \mapsto \vec{u_3}\ \left[2\pi N_bh_bX_{mb},\ \varphi_x + \frac{\pi}{2}\right]}$	**0,25**

	
b2- $F_m = 10x0,1 = 1N$ $2\pi N_b h_b X_{mb} = 0,7N \Rightarrow h_b = 2kg.s^{-1}$	**0,5**
Exercice 2 : (3,75 points)	**Barème**
1) ${}^{121}_{51}Sb + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{123}_{53}I + x\,{}^{1}_{0}n$ conservation du nombre de masse 121 + 4 = 123 + x ; x = 2 conservation du nombre de charge 51 + 2 = 53 + 0 ${}^{121}_{51}Sb + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{123}_{53}I + 2\,{}^{1}_{0}n$	**2x0,25**
2) a- $E_{l1} = \Delta mc^2 = 1026$ MeV	**2x0,25**
b- $\frac{E_{l1}}{A_1} = \frac{1026}{121} = 8,48$ MeV par nucléon; $\frac{E_{l2}}{A_2} = \frac{1038,9}{123} = 8,45$ MeV par nucléon $\frac{E_{l1}}{A_1} > \frac{E_{l2}}{A_2}$ donc ${}^{121}_{51}Sb$ est plus stable que ${}^{123}_{53}I$	**2x0,25**
3) a- $A_0 = 1,4.10^6$ Bq T = 13,2 h	**2x0,25**
b- $\lambda = \frac{Ln2}{T} = 5,25.10^{-2}h^{-1} = 1,46.10^{-5}s^{-1}$ $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = 9,6.10^{10}$ noyaux	**2x0,25**
c-	

$A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1}$ avec $t_1 = 2h$ $A_1 = 1,26.10^6 Bq$ $A_2 = A_0 e^{-\lambda t_2}$ avec $t_2 = 74h$ $A_1 = 2,86.10^4 Bq$	**2x0,25**
d- $A_1 >> A_2 \Rightarrow$ il faut faire la première scintigraphie rapidement pour que les N_0 noyaux de $^{123}_{53}I$ de la dose injectée ne seront pas rapidement désintégrés (T relativement faible)	**0,25**
e- $W_1 = (\frac{A_1}{\lambda} - \frac{A_2}{\lambda})W_0 = 1,34.10^{13} keV$	**2x0,25**
Exercice 3 : (3 points)	**Barème**
1) Starter - Ballast	**2x0,25**
2) Phénomène d'auto-induction	**0,5**
3) - Premier rôle: permet de fournir la haute tension d'amorçage nécessaire à l'allumage de la lampe. - Deuxième rôle: limiteur de courant (empêche la destruction de la lampe) - dipôle RL	**2x0,5** **0,25**
4) - Fermeture du bilame du starter. - Echauffement du gaz du filament de tungstène qui facilitera l'allumage. - Rupture du courant provoquant une impulsion très élevée capable d'allumer la lampe fluorescente.	**3x0,25**

Jaafar Slimi : inspecteur générale de l'enseignement préparatoire et secondaire

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE **MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION** **EXAMEN DU BACCALAURÉAT** SESSION **2019**	**Session de contrôle**	
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4 points)

On considère les composés organiques **(A)**, **(B)**, **(C)** et **(D)** suivants :

(A) : $CH_3-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{N}-CH_3$; **(B) :** $CH_3-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-Cl$

(C) : $CH_3-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-CH_3$; **(D) :** $CH_3-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3$

1) **a-** Préciser la fonction chimique principale de chacun des composés organiques **(A)**, **(B)**, **(C)** et **(D)**.

b- Nommer le composé **(A)**.

2) On fait réagir un alcool **R — OH** (**R** étant un groupe alkyle) avec le composé **(B)**, on obtient le composé **(C)** et du chlorure d'hydrogène (**HCl**).

a- Déterminer la formule semi-développée de l'alcool **R — OH**.

b- Ecrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante.

3) On fait réagir une mole du composé **(D)** avec deux moles d'une amine secondaire **(F)**, on obtient, entre autres, le composé **(A)** et un ion carboxylate.

a- Identifier l'amine **(F)**.

b- Ecrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante.

Exercice 2 (5 points)

A **25 °C**, on réalise la pile électrochimique **(P)** de symbole : $Co \mid Co^{n+}$ **(C)** $\mid\mid Ni^{n+}$ **(0,1 mol.L^{-1})** $\mid Ni$; **n** représente le nombre d'électrons mis en jeu dans les équations formelles associées à chacun des couples rédox de la pile **(P)** et **C** la concentration molaire initiale en ions Co^{n+}.

1) **a-** Ecrire l'équation chimique associée à la pile **(P)**.

b- Exprimer la **fem** initiale E_i de la pile **(P)** en fonction de sa **fem** standard E°, **n** et la fonction des concentrations Π relative à l'équation chimique associée à cette pile.

c- Montrer que E_i peut s'écrire : $E_i = \frac{0,06}{n}\ell og(\frac{K}{\Pi})$; **K** étant la constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à **(P)**.

2) Pour différentes valeurs de la concentration initiale **C**, on mesure la **fem** initiale E_i de la pile **(P)**. Ceci permet de tracer la courbe de la **figure 1** représentant l'évolution de E_i en fonction de $\ell og(\frac{K}{\Pi})$.

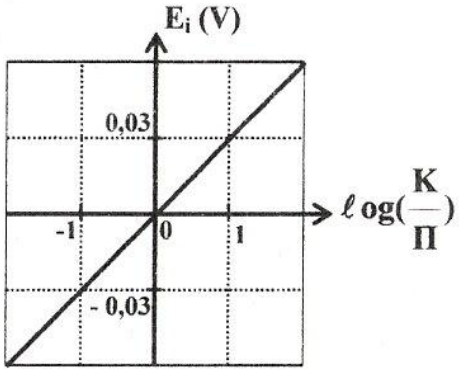


Figure 1

En exploitant la courbe de la **figure 1**, montrer que **n = 2**.

3) Pour une valeur $C_1 = 1\ mol.L^{-1}$ de la concentration initiale C, la **fem** initiale de la pile **(P)** est $E_{i1} = -0{,}01\ V$.

a- Ecrire en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile **(P)** débite du courant électrique.

b- Montrer que la valeur de la constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à la pile **(P)** est $K = 4{,}64$. En déduire la valeur de la **fem** standard E° de la pile **(P)**.

c- Déterminer la valeur du potentiel standard d'électrode $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni}$ sachant que celui du couple Co^{2+}/Co est : $E^\circ_{Co^{2+}/Co} = -0{,}28\ V$. Comparer les pouvoirs oxydants des couples rédox considérés.

4) On considère la pile **(P)** à l'état initial, pour laquelle la valeur de la concentration molaire C est $C_1 = 1\ mol.L^{-1}$. On dilue x fois (x étant un entier naturel tel que $x > 1$) la solution aqueuse contenant les ions Co^{2+}. La mesure de la **fem** initiale de la pile obtenue suite à la dilution, donne $E_{i2} = 0{,}29.10^{-1}\ V$.

a- Préciser en le justifiant, les signes des pôles de la pile obtenue suite à cette dilution.

b- Montrer que : $E_{i2} - E_{i1} = 0{,}03\,\ell og(x)$. En déduire la valeur de x.

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,5 points)

Le circuit de la **figure 2** comporte un générateur de tension supposé idéal de **fem E**, un ampèremètre, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, un interrupteur **K** et un résistor de résistance **R**, tous branchés en série. Un système d'acquisition de données permet de visualiser sur l'écran d'un ordinateur, l'évolution au cours du temps des tensions $u_R(t)$ et $u_B(t)$ respectivement aux bornes du résistor et aux bornes de la bobine.

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur **K**. Le système d'acquisition a permis de visualiser l'évolution de la tension $u_R(t)$ représentée sur la **figure 3**. Il a permis aussi de déduire la valeur initiale (à $t = 0$) de la tension aux bornes de la bobine : $U_{B0} = 8\ V$.

En régime permanent, l'ampèremètre indique la valeur $I_P = 0{,}10\ A$.

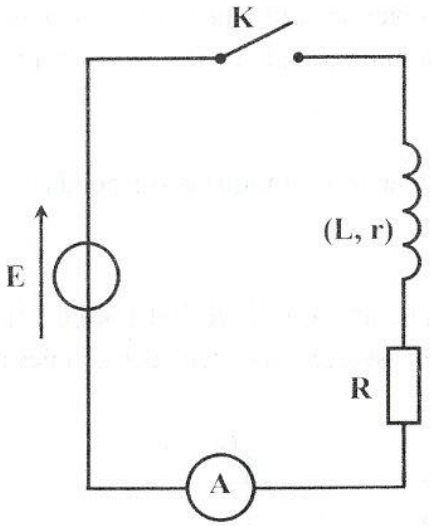


Figure 2

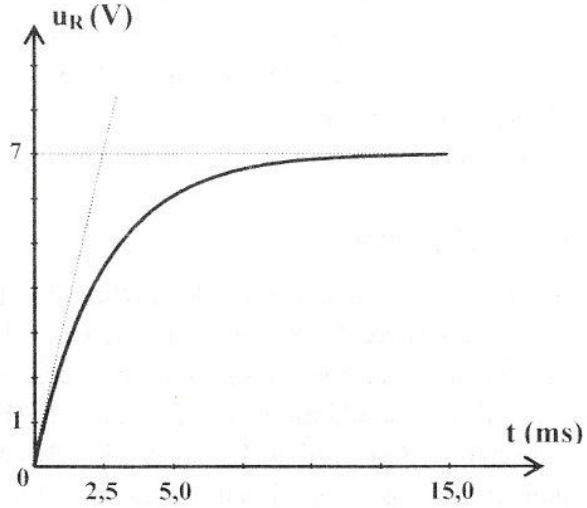


Figure 3

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ s'écrit : $\dfrac{du_R(t)}{dt} + \dfrac{u_R(t)}{\tau} = \dfrac{RE}{L}$; où $\tau = \dfrac{L}{R+r}$ représente la constante de temps du circuit.

2) **a-** Justifier que : $E = U_{B0}$.

b- Montrer que : $I_P = \dfrac{E}{L}\tau$.

3) a- En exploitant la courbe de **la figure 3**, déterminer les valeurs de **R** et de la constante de temps τ.

b- Déduire les valeurs de **L** et **r**.

c- Déterminer la valeur de la tension U_{BP} aux bornes de la bobine lorsque le régime permanent est établi.

Exercice 2 (4,5 points)

On considère une corde élastique homogène, de longueur **L = 60 cm**, tendue horizontalement suivant un axe **x'x** dont l'origine coïncide avec l'extrémité **S** de la corde. Cette extrémité est reliée à une lame vibrante qui peut vibrer perpendiculairement à la direction **x'x** en communiquant à la corde des vibrations sinusoïdales de fréquence **N** réglable et d'amplitude **a = 2 mm**. L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton (**figure 4**). On néglige tout phénomène d'amortissement de l'onde issue de **S** et se propageant le long de la corde.

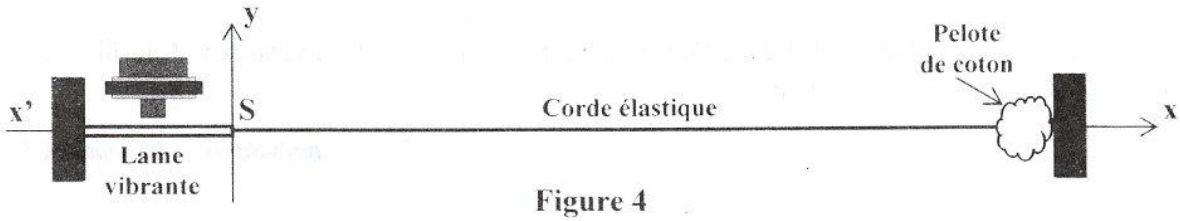


Figure 4

1) Dans une première expérience, la lame vibrante est maintenue au repos. A l'instant **t = 0**, on crée un ébranlement au niveau de l'extrémité **S** de la corde. La **figure 5** représente deux aspects de la corde aux instants t_1 et t_2 tels que : $\Delta t = t_2 - t_1 = 2.10^{-2}$ s.

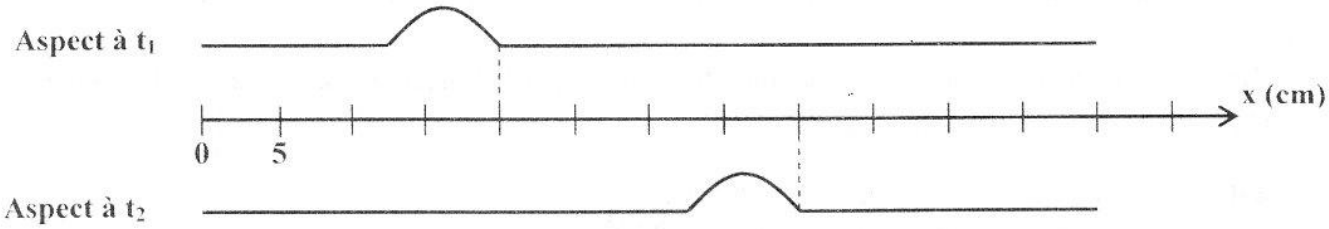


Figure 5

Déterminer la valeur de la célérité **v** de l'ébranlement.

2) Dans une deuxième expérience, la lame vibrante impose à l'extrémité **S** de la corde des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude **a**, de fréquence **N** et d'élongation instantanée $y_S(t) = a.\sin(2\pi Nt + \varphi_S)$. Le mouvement de **S** débute à l'instant **t = 0**. La **figure 6** représente le diagramme du mouvement du point source **S**.

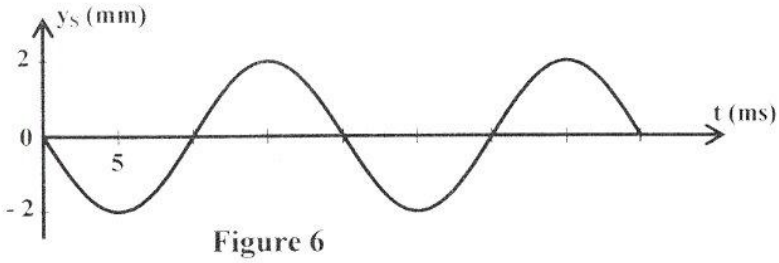


Figure 6

a- Déterminer graphiquement les valeurs de **N** et φ_S.

b- Déduire la valeur de la longueur d'onde λ.

3) On considère deux points **A** et **B** de la corde d'abscisses respectives x_A et x_B. Les points **A** et **B** débutent leurs mouvements avec les retards respectifs par rapport à **S**, $\Theta_A = 1,5.10^{-2}$ s et $\Theta_B = 3.10^{-2}$ s.

a- Déterminer les valeurs de x_A et x_B.

b- Comparer l'état vibratoire de chacun des points **A** et **B** par rapport à celui de la source **S** pour $t > \Theta_B$.

c- Déterminer le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à la source **S** à l'instant $t_3 = 4.10^{-2}$ s.

4) L'onde issue de **S** se propage toujours le long de la corde avec la même célérité **v**. On augmente la fréquence **N** jusqu'à une valeur **N'** pour laquelle les points **A** et **B** vibrent en phase pour la première fois. Déterminer la valeur de **N'**.

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La couleur des nébuleuses

En astronomie, l'analyse de la lumière émise par les objets célestes demeure la méthode privilégiée permettant d'obtenir des informations sur ces objets.

Ainsi, les nébuleuses dites à émission sont constituées essentiellement de gaz hydrogène. Ces nébuleuses sont toujours situées à proximité d'étoiles très chaudes qui rayonnent des photons de très grande énergie capable d'ioniser l'hydrogène. Ultérieurement, les électrons libres se recombinent avec les protons pour reformer les atomes d'hydrogène dans un état excité. La désexcitation de ces atomes se fait par cascades, avec émission de photons. On sait que la répartition des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène est telle que $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ avec **n** un entier naturel non nul et E_n en électron-volt (eV).

La couleur rose des nébuleuses à émission est due à la transition du niveau **n = 3** au niveau **n = 2** lorsque les atomes d'hydrogène se désexcitent.

D'après Sciences Physiques CE, Hatier Août 1993

1) Préciser le but de l'analyse de la lumière émise par les objets célestes.

2) Donner la valeur de l'énergie minimale capable d'ioniser l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental.

3) Expliquer la phrase du texte : " La désexcitation de ces atomes se fait par cascades, avec émission de photons".

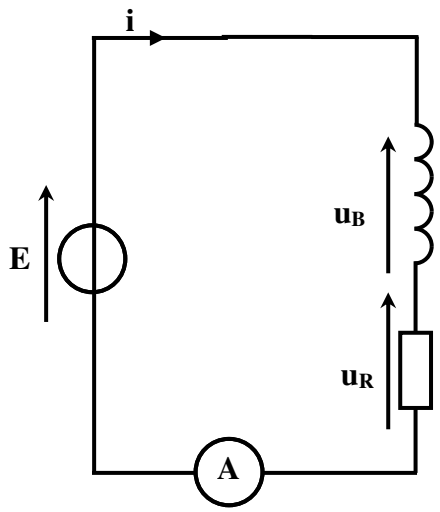
4) Calculer la longueur d'onde de la radiation qui correspond à la transition du niveau **n = 3** au niveau **n = 2** lorsque les atomes d'hydrogène se désexcitent.

On donne : constante de Planck $h = 6,62.10^{-34}$ **J.s** ;
célérité de la lumière dans le vide $c = 3.10^{8}$ **m.s**$^{-1}$;
1 eV $= 1,6.10^{-19}$ **J**.

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE **MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION** **EXAMEN DU BACCALAURÉAT** SESSION **2019**	**Session de contrôle**	
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences expérimentales**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Corrigé et barème de notation

Chimie (9 points)	
Exercice 1 : (4 points)	**Barème**
1)a- (A) : amide (B) : chlorure d'acyle (C) : ester (D) : anhydride	**1**
b- *N,N*-diméthylpropanamide	**0,5**
2)a- CH_3 - OH	**0,5**
b- $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-Cl + CH_3-OH \rightarrow HCl + CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-O-CH_3$	**0,5**
3)a- L'amine est : $CH_3-NH-CH_3$	**0,75**
b- $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-O-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-CH_2-CH_3 + 2CH_3-NH-CH_3 \rightarrow$ $CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\Vert}}{C}-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{N}-CH_3 + CH_3-CH_2-COO^- + [CH_3-NH_2-CH_3]^+$	**0,75**
Exercice 2 : (5 points)	**Barème**
1-a- $Co + Ni^{n+} \rightleftarrows Co^{n+} + Ni$	**0,25**
b- $E_i = E^\circ - \frac{0,06}{n}\log\Pi$	**0,5**
c- $E^\circ = \frac{0,06}{n}\log K$; $\Pi = \frac{[Co^{n+}]}{[Ni^{n+}]}$ $E_i = \frac{0,06}{n}\log K - \frac{0,06}{n}\log\Pi = \frac{0,06}{n}\log\frac{K}{\Pi}$	**0,5**
2) **graphiquement** $pente = p = \frac{0,06}{n} = \frac{0,03}{1} \Rightarrow n = 2$	**0,5**
3)a- $E_{i1} < 0 \Rightarrow$ la réaction qui se produit spontanément est : $Co^{2+} + Ni \longrightarrow Co + Ni^{2+}$	**0,5**

b- $E_{i1} = 0,03\log K - 0,03\log \Pi_1 = -0,01$ avec $\Pi_1 = 10$ $K = 10^{\frac{(E_{i1}+0,03)}{0,03}} \Rightarrow K = 4,64$ $E^\circ = 0,03\log K = 0,02$ V	**0,75**
c- $E^\circ = E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} - E^\circ_{Co^{2+}/Co}$ $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = E^\circ + E^\circ_{Co^{2+}/Co} = -0,26$ V $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} \rangle E^\circ_{Co^{2+}/Co} \Rightarrow Ni^{2+}/Ni$ est plus oxydant que Co^{2+}/Co	**0,75**
4)a- $E_{i2} \rangle 0 \Rightarrow$ Ni : borne (+) (borne de droite) Co : borne (-) (borne de gauche) **b-** $E_{i2} = E^\circ - 0,03\log \frac{C_1/x}{0,1}$ $E_{i1} = E^\circ - 0,03\log \frac{C_1}{0,1}$ $E_{i2} - E_{i1} = 0,03\log x \Rightarrow x = 10^{\frac{(E_{i2}-E_{i1})}{0,03}}$ $x \square 20$	**0,5** **0,75**
Physique (11 points)	
Exercice 1 : (3,5 points)	**Barème**
1) Appliquons la loi de mailles : $u_B + u_R - E = 0$; $u_B + u_R = E$; $i = \frac{u_R}{R}$; $\frac{di}{dt} = \frac{1}{R}\frac{du_R}{dt}$ $u_B = L\frac{di}{dt} + ri$ $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{u_R(t)}{\tau} = \frac{RE}{L}$; où $\tau = \frac{L}{R+r}$  **2)** **a-** $u_B + u_R = E \Rightarrow u_B(0) + u_R(0) = E$; $u_R(0) = 0$ car $i(t = 0) = 0$ $\Rightarrow u_B(0) = E = U_{B0}$ **b-** en régime permanent : $U_{BP} + U_{RP} = rI_P + RI_P = E$ $I_P = \frac{E}{R+r}$ et $\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow I_P = \frac{E}{L}\tau$	**0,5** **0,5** **0,5**
3) a- $U_{RP} = RI_P \Rightarrow R = \frac{U_{RP}}{I_P} = 70\ \Omega$ (graphiquement $U_{RP} = 7$ V) $\tau = 2,5$ ms	**0,75**

b- **2-b** $\Rightarrow$ **r** $= \frac{E}{I_P}$ **- R = 10 Ω** L = τ (R + r) = 0,2 H **c-** U_{BP} = rI_P = 1 V	**0,75** **0,5**
Exercice 2 : (4,5 points)	**Barème**
1) **v =** $\frac{\Delta x}{\Delta t} = 10\ m.s^{-1}$ **(graphiquement x = 4x5.10^{-2}m = 0,2m)**	**0,5**
2) a- **N =** $\frac{1}{T} = 50\ Hz$ **; T = 20 ms** $y_S(0) = 0 \Rightarrow \sin\varphi_S = 0 \Rightarrow \varphi_S = 0$ **ou** π **rad.** $\frac{dy_S}{t}(t=0) < 0 \Rightarrow \cos\varphi_S < 0 \Rightarrow \varphi_S = \pi$ **rad.**	**1**
b- λ = vT = 0,2 m	**0,5**
3) a- $x_A = v\theta_A$ = 0,15 m $x_B = v\theta_B$ = 0,3 m	**0,75**
b- $\varphi_A - \varphi_S = \pi/2 \Rightarrow$ A vibre en quadrature avance de phase par rapport à S $\varphi_B - \varphi_S = \pi \Rightarrow$ B vibre en opposition de phase par rapport à S	**0,75**
c- $x_f = vt_3$ = 0,4 m **= 2λ** $x_k = (k + \frac{1}{4})\lambda$ **;** $0 \le x_k \le 2\lambda$ $k \in \{0, 1\} \Rightarrow x_0$ = 5 cm et x_1 = 25 cm	**0,5**
4) $x_B - x_A = k\lambda' = kv/N'$ N' > N et A et B sont en phase pour la première fois $\Rightarrow$ N'= 66,66 Hz	**0,5**
Exercice 3 : (3 points)	**Barème**
1) Obtenir des informations sur les objets célestes	**0,75**
2) 13,6 eV	**0,5**
3) La transition électronique se fait d'un niveau d'énergie élevé p vers d'autres niveaux d'énergies plus basses d'une façon aléatoire	**1**
4) $E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 0,657\ \mu m$	**0,75**

Jaafar Slimi : inspecteur générale de l'enseignement préparatoire et secondaire

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ●●●●● **EXAMEN DU BACCALAUREAT** SESSION **2018**	***Session principale***	
	Epreuve : **Sciences physiques**	Section : ***Sciences expérimentales***
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.
La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

A une température θ donnée, on mélange dans un bécher, à l'instant **t = 0**, un volume V_1 = **150 mL** d'une solution aqueuse (S_1) d'iodure de potassium (**KI**) de concentration molaire C_1 avec un volume V_2 = **50 mL** d'une solution aqueuse (S_2) de peroxodisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) de concentration molaire C_2. La réaction d'oxydation des ions I^- par les ions $S_2O_8^{2-}$, qui se produit dans ce mélange homogénéisé, est lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation suivante :

$$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$$

Par une méthode expérimentale appropriée, on suit :

- l'évolution au cours du temps de l'avancement **x** de la réaction qui se produit dans le mélange. On obtient la courbe **x = f(t)** de la **figure 1** ;
- l'évolution au cours du temps de la quantité de matière **n(I⁻)** d'ions I^- dans le mélange. On obtient la courbe **n(I⁻) = g(t)** de la **figure 2**.

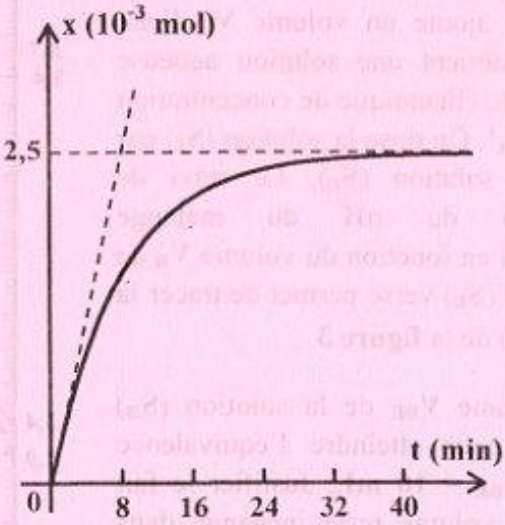


Figure 1

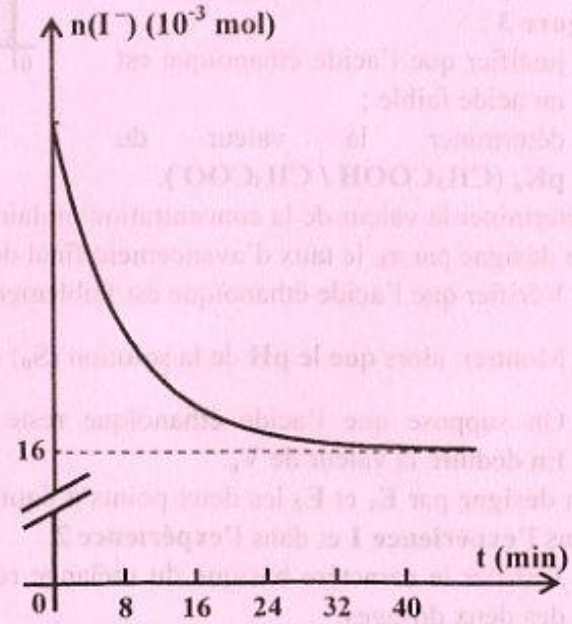


Figure 2

1) Dresser le tableau descriptif en avancement **x** relatif à la réaction étudiée. On notera n_{01} et n_{02} les nombres de moles, respectivement, des ions I^- et des ions $S_2O_8^{2-}$ dans le mélange à **t = 0**.
2) **a-** En exploitant les deux courbes :
   - déterminer la valeur de l'avancement final x_f de la réaction ;
   - justifier que I^- n'est pas le réactif limitant.

   b- Déduire les valeurs de n_{01} et n_{02}.
3) Déduire les valeurs des concentrations C_1 et C_2.
4) Déterminer la valeur v_0 de la vitesse instantanée de la réaction à **t = 0**.
5) On reprend l'expérience précédente en modifiant uniquement la concentration de la solution (S_2) qui devient C_2', de façon que le mélange à **t = 0** soit réalisé dans les proportions stœchiométriques.

   a- Déterminer la valeur de C_2'.

   b- Préciser, en le justifiant, si la nouvelle valeur v_0' de la vitesse instantanée de la réaction à **t = 0**, est supérieure, inferieure ou égale à v_0.

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide.

On dispose :

- d'une solution aqueuse (S_0) d'acide éthanoïque (CH_3COOH) de concentration molaire C_A ;
- d'une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium ($NaOH$) de concentration molaire $C_B = 0{,}1\ mol.L^{-1}$.

On réalise les deux expériences suivantes :

expérience 1 : on dose un volume $V_A = 10$ mL de la solution (S_0) par la solution (S_B). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (S_B) versé permet de tracer la courbe ($\mathcal{C}_1$) de la **figure 3**.

expérience 2 : à partir de la solution (S_0), on prélève un volume $V_0 = 10$ mL auquel on ajoute un volume V_e d'eau pure, on obtient une solution aqueuse (S_1) d'acide éthanoïque de concentration molaire C_A'. On dose la solution (S_1) par la même solution (S_B). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (S_B) versé permet de tracer la courbe ($\mathcal{C}_2$) de la **figure 3**.

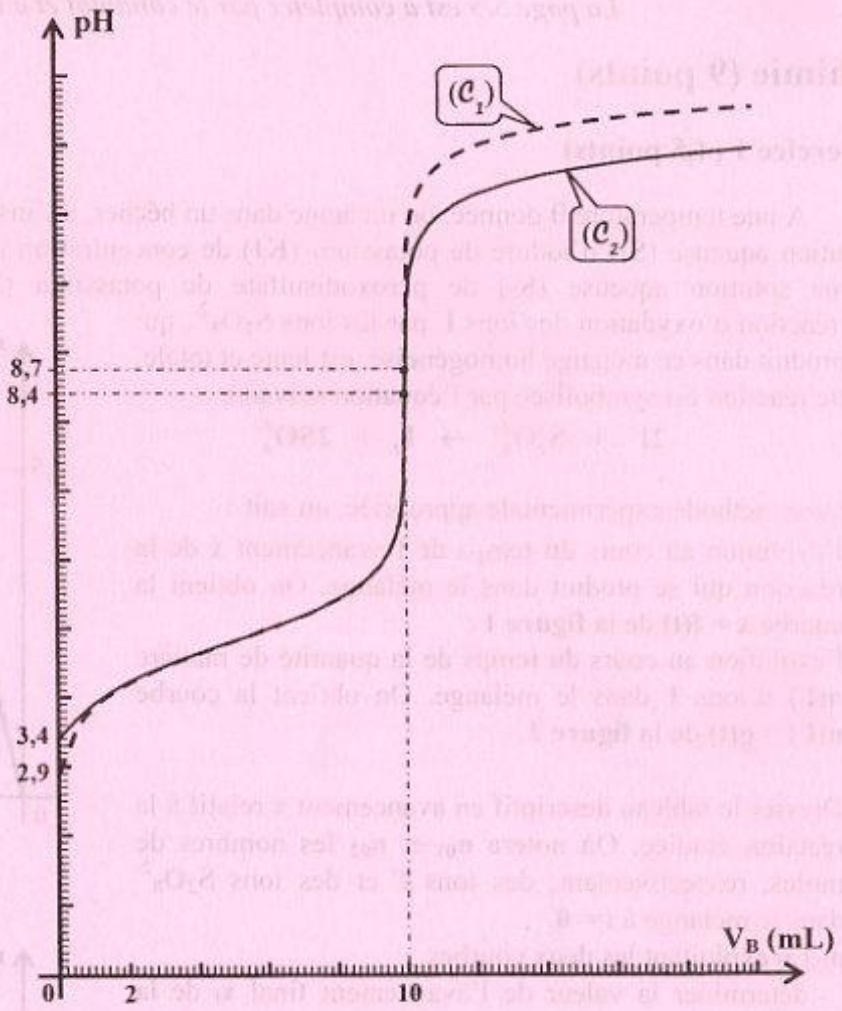


Figure 3

1) Le volume V_{BE} de la solution (S_B) ajouté pour atteindre l'équivalence étant $V_{BE} = 10$ mL. Justifier le fait que ce volume reste inchangé dans **l'expérience 2**.
2) En exploitant les courbes de la **figure 3** :
   a- justifier que l'acide éthanoïque est un acide faible ;
   b- déterminer la valeur du pK_a (CH_3COOH / CH_3COO^-).
3) Déterminer la valeur de la concentration molaire C_A.
4) On désigne par τ_f, le taux d'avancement final de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.
   a- Vérifier que l'acide éthanoïque est faiblement ionisé dans la solution (S_0) ($\tau_f \leq 0{,}05$).
   b- Montrer alors que le pH de la solution (S_0) s'écrit : $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A)$.
   c- On suppose que l'acide éthanoïque reste faiblement ionisé dans la solution (S_1). Déterminer C_A'. En déduire la valeur de V_e.
5) On désigne par E_1 et E_2 les deux points d'équivalence correspondants respectivement aux dosages effectués dans **l'expérience 1** et dans **l'expérience 2**.
   a- Justifier le caractère basique du mélange réactionnel obtenu à l'équivalence acido-basique pour chacun des deux dosages.
   b- Sans faire de calculs et sans avoir recours à la méthode des tangentes parallèles, justifier que la valeur 8,4 du pH correspond à pH_{E_2}.

Physique (11 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On réalise un circuit électrique qui comporte, montés en série :

- un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale, $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable ;
- un résistor de résistance R ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- un condensateur de capacité $C = 2{,}5.10^{-6}$ F.

On dispose d'un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit électrique. Il permet de visualiser simultanément la tension u(t) sur sa **voie Y_1** et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur sur sa **voie Y_2**.

Pour une valeur N_1 de la fréquence N du (GBF), on observe, sur l'écran de l'oscilloscope, les oscillogrammes (I) et (II) de la **figure 4** avec les réglages suivants :

- sensibilité horizontale : **1 ms / div** ;
- sensibilité verticale sur la **voie Y_1 : 2,75 V / div** ;
- sensibilité verticale sur la **voie Y_2 : 2,50 V / div**.

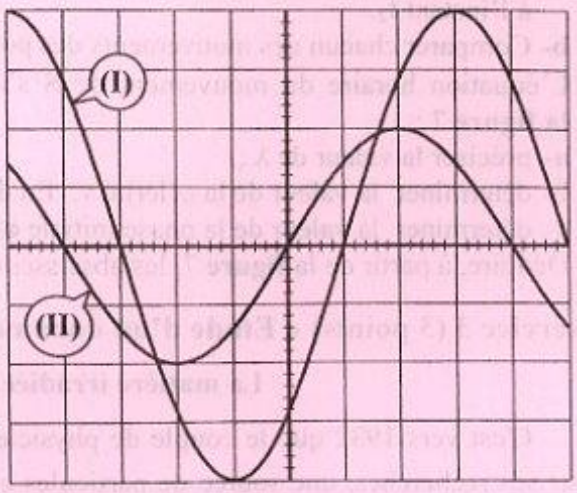


Figure 4

1) a- Faire un schéma du circuit électrique étudié, en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser les tensions u(t) et $u_c(t)$.
   b- Justifier que l'oscillogramme (I) correspond à $u_c(t)$.
2) Déterminer graphiquement :
   a- les amplitudes U_m et U_{cm} respectivement des tensions u(t) et $u_c(t)$;
   b- la fréquence N_1 ;
   c- le déphasage $\Delta\varphi$ de u(t) par rapport à $u_c(t)$: $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{uc}$.
3) L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t + \varphi_i)$, avec I_m son amplitude et φ_i sa phase initiale. L'équation différentielle régissant l'évolution de i(t) au cours du temps, s'écrit : $Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i\,dt = u(t)$.
   a- Exprimer I_m en fonction de N_1, C et U_{cm}. Calculer sa valeur.
   b- Déterminer φ_i. Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.
   c- La **figure 5** de la **page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie)** représente la construction de Fresnel inachevée relative à l'équation différentielle précédente et **à la fréquence N_1**.
   c_1- Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la **figure 5** de la **page 5/5**.
   c_2- En déduire les valeurs de R et L.

Exercice 2 (3,5 points)

On dispose d'une corde élastique, homogène, tendue horizontalement et de longueur **L = 70 cm**. L'extrémité S de cette corde est attachée à un vibreur qui lui impose des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude **a = 5 mm** et de fréquence N. L'autre extrémité A est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton comme l'indique la **figure 6**. Une onde progressive transversale, de longueur d'onde λ, prend naissance en S à l'instant **t = 0** et se propage le long de la corde avec une célérité **v** constante.

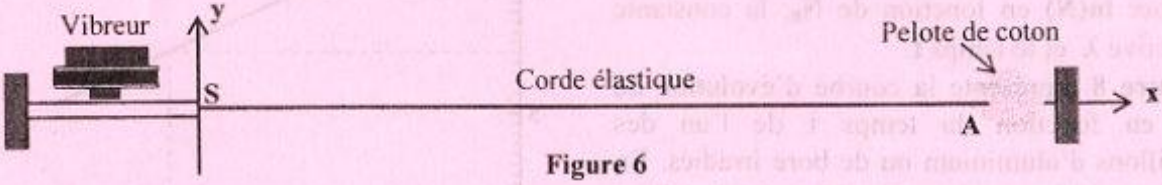


Figure 6

1) Reproduire et compléter le tableau ci-dessous en attribuant à chacun des éléments du dispositif le rôle qui lui convient parmi les suivants : milieu de propagation, source d'énergie, absorbant énergétique.

Elément du dispositif	vibreur	Corde tendue	Pelote de coton
Rôle			

2) Les courbes (f_1) et (f_2) de la **figure 7** de la **page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie)**, représentent les deux aspects de la corde respectivement aux instants t_1 et t_2 tel que $t_2 - t_1 = 5.10^{-3}$ s. La position de chacun des trois points S, M_1 et M_2 de la corde, à l'instant t_1, est indiquée sur la courbe (f_1).

a- Indiquer, sur la courbe (f_2) de la **figure 7** de la **page 5/5**, les nouvelles positions des points S, M_1 et M_2 à l'instant t_2.

b- Comparer chacun des mouvements des points M_1 et M_2 à celui de S.

3) L'équation horaire du mouvement de S s'écrit : $y_S(t) = a\sin(2\pi Nt + \varphi_S)$. En exploitant les courbes de **la figure 7** :

a- préciser la valeur de λ ;

b- déterminer la valeur de la célérité v. En déduire la valeur de la fréquence N ;

c- déterminer la valeur de la phase initiale φ_S.

4) Déduire, à partir de la **figure 7**, les abscisses des points qui vibrent en phase avec S à l'instant t_2.

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La matière irradiée, source de radioactivité artificielle

C'est vers 1932 que le couple de physiciens français Frédéric Joliot et Irène Curie commence à utiliser, pour ses recherches, une source de particules alpha (^4_2He) émises spontanément par le polonium, un élément naturellement radioactif. Grâce à elle, ils peuvent provoquer des réactions nucléaires dans les atomes des éléments. Les Joliot-Curie, avec cette source de particules alpha, bombardent des éléments et analysent les réactions nucléaires produites. Ils remarquent que des éléments légers, en particulier l'aluminium et le bore, éjectent parfois un neutron. Mais ils observent également un autre phénomène, parfaitement inattendu : « la matière irradiée, notent-ils, conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules alpha, radioactivité se manifestant par l'émission de positons ». Ainsi, une feuille d'aluminium irradiée émet un rayonnement avec une demi-vie de 3 minutes 15 secondes. Un résultat analogue est obtenu avec du bore irradié, mais la demi-vie est différente : 14 minutes. La seule explication possible, c'est que l'aluminium (Al) et le bore, éléments naturellement stables, sont devenus radioactifs.

Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle, par la création d'un élément instable et sa désintégration spontanée. Ils proposent une réaction probable : le noyau d'aluminium, contenant 13 protons et 14 neutrons, aurait capturé une particule alpha et aurait immédiatement réémis un neutron. L'aluminium se serait alors transmuté en un isotope instable du phosphore (P). Puis le phosphore (P) radioactif se serait à son tour désintégré en silicium (Si) stable, en émettant un positon.

Extrait tiré de : « Les grandes expériences scientifiques » de Michel Rival (Éditions du Seuil)

1) Dégager du texte le moyen découvert par les Joliot-Curie pour provoquer une radioactivité artificielle.

2) En se référant au texte, et en appliquant les lois de conservation adéquates, écrire les équations des deux réactions nucléaires conduisant à la formation du silicium (Si).

3) Les échantillons d'aluminium et de bore irradiés suivent la loi de décroissance radioactive car ils contiennent des noyaux radioactifs. Soit N le nombre de noyaux, à l'instant t, d'un échantillon radioactif et N_0 son nombre de noyaux à l'instant t = 0.

a- Exprimer ln(N) en fonction de N_0, la constante radioactive λ et le temps t.

b- La **figure 8** représente la courbe d'évolution de ln(N) en fonction du temps t de l'un des échantillons d'aluminium ou de bore irradiés. En exploitant cette courbe, identifier l'échantillon étudié.

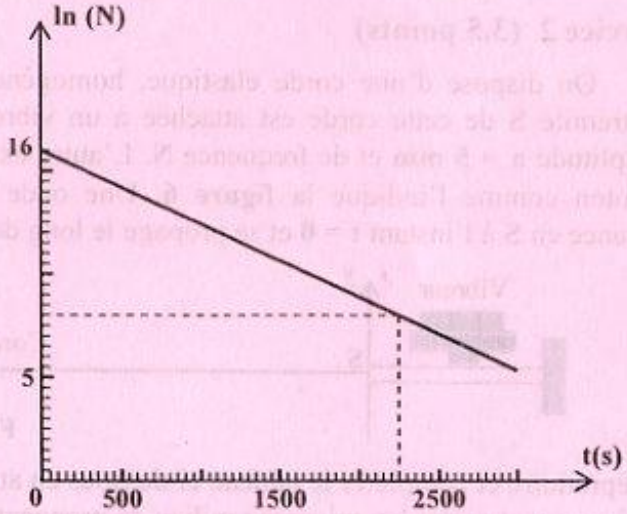


Figure 8

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

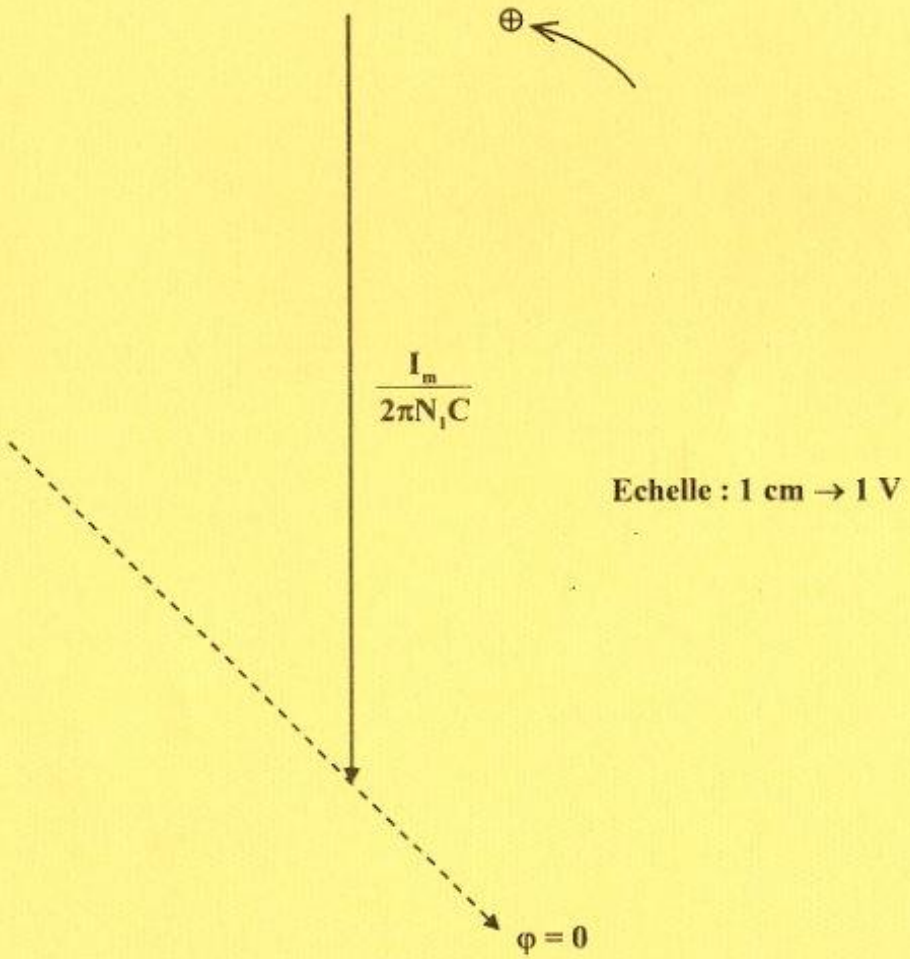
Signatures des surveillants

.....

.....

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

Figure 5



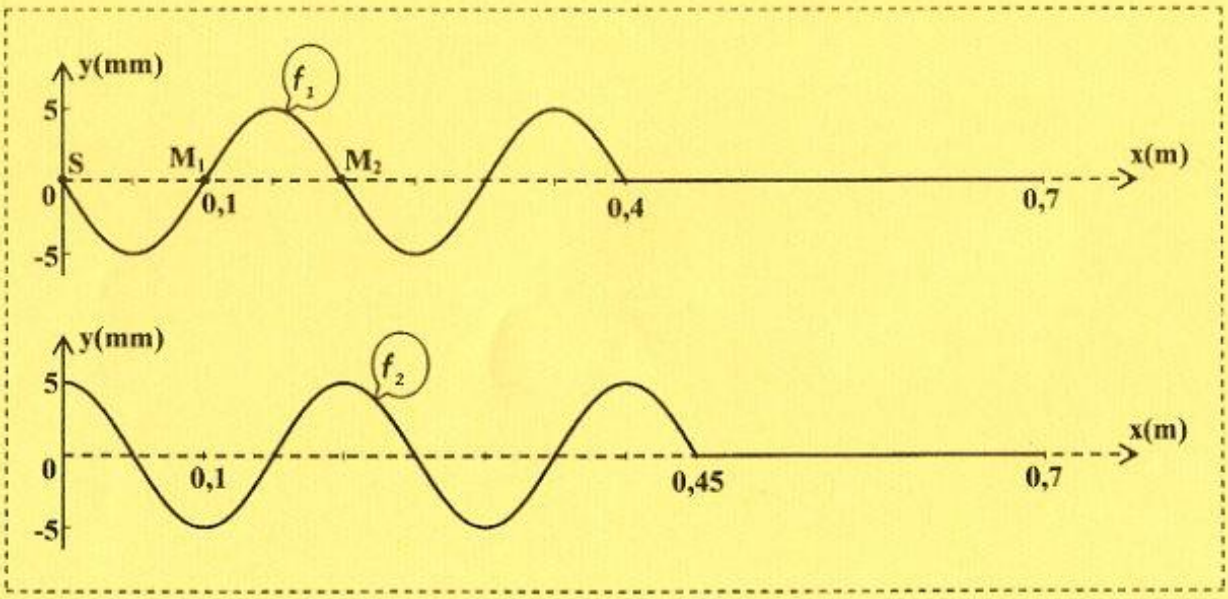


Figure 7

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ●●●●● **EXAMEN DU BACCALAUREAT** SESSION **2018**	***Session de contrôle***	
	Epreuve : **Sciences physiques**	Section : ***Sciences expérimentales***
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **4**

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On dispose des trois composés organiques suivants :

(A) : CH_3-OH ; **(B)** : $CH_3-CH_2-C(=O)OH$; **(C)** : $CH_3-CH_2-C(=O)Cl$

1) Le composé **(C)** réagit avec un excès d'ammoniac (NH_3) pour donner un amide non substitué **(D)** et du chlorure d'ammonium (NH_4Cl) solide.
   - **a-** Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction.
   - **b-** Nommer le composé **(D)**.
   - **c-** Donner la formule semi-développée et le nom de chacun des amides répondant à la formule brute du composé **(D)**.
2) On fait réagir le composé **(B)** avec le composé **(C)**, on obtient un composé **(E)** et du chlorure d'hydrogène (HCl).
   - **a-** Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction.
   - **b-** Préciser si l'on peut synthétiser l'amide **(D)** à partir du composé **(E)**. Dans l'affirmative, écrire l'équation de la réaction qui se produit.
   - **c-** Le composé **(E)** réagit, à son tour, avec le composé **(A)** pour obtenir un composé **(F)** et régénérer le composé **(B)**. Donner la formule semi-développée de **(F)**.
3) Reproduire et compléter le tableau suivant :

Composé	**(A)**	**(B)**	**(C)**	**(E)**	**(F)**
Fonction chimique					

Exercice 2 (4,5 points)

A 25 °C, on réalise une pile électrochimique (P) à l'aide des deux demi-piles **(1)** et **(2)** suivantes :

- **demi-pile (1)** : constituée d'une lame de cobalt qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de cobalt ($Co^{2+} + SO_4^{2-}$) de volume $V_1 = 100$ **mL** et de concentration molaire C_1 ;
- **demi-pile (2)** : constituée d'une lame de nickel qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de nickel ($Ni^{2+} + SO_4^{2-}$) de volume $V_2 = 100$ **mL** et de concentration molaire C_2.

La fem standard de la pile (P) est : $E^0 = 0{,}02$ **V** .

Dans une première étape, on relie les bornes de la pile à un voltmètre qui indique initialement une fem E_i.
Dans une deuxième étape, tout en gardant le voltmètre branché, on relie les bornes de la pile à un résistor de résistance **R** et un interrupteur **(K)** tous les deux sont associés en série. On ferme l'interrupteur **(K)**. Après une durée suffisante Δt_1 de fonctionnement de la pile **(P)**, on observe, entre autres, un dépôt de nickel comme l'indique la **figure 1** et le voltmètre indique une fem E_1 non nulle.

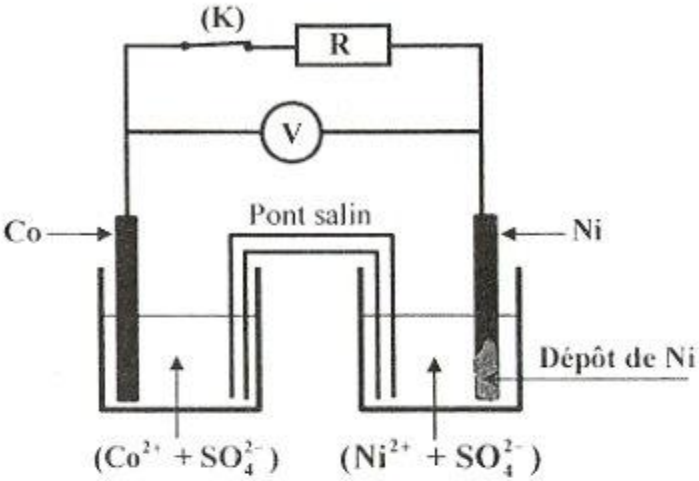


Figure 1

1) **a-** Ecrire l'équation chimique associée à la pile **(P)**.
   b- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre **K** relative à l'équation chimique associée à **(P)**.
   c- Exprimer E_i en fonction de E^0, C_1 et C_2.
2) **a-** En exploitant le résultat indiqué par la **figure 1**, préciser, en le justifiant, le pôle positif de la pile **(P)**.
   b- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite un courant dans le circuit extérieur.
   c- Déduire le signe de la fem E_1.
3) **a-** Après une durée Δt_2 ($\Delta t_2 > \Delta t_1$) de fonctionnement de la pile **(P)**, on constate que la fem **E** de la pile s'annule lorsque $\left[Co^{2+}\right] = 0{,}1\ mol.L^{-1}$. Déterminer, dans ce cas, la valeur de $\left[Ni^{2+}\right]$.
   b- Calculer les valeurs des concentrations initiales C_1 et C_2. On donne $E_i = 0{,}05\ V$.
   c- Déterminer la masse **m** du dépôt de nickel déposé après la durée Δt_2. On donne : $M(Ni) = 58{,}7\ g.mol^{-1}$.

On supposera qu'aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions restent constants durant le fonctionnement de la pile.

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,75 points)

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte :
- un générateur de tension idéal de fem $E = 6\ V$;
- un résistor de résistance $R_0 = 50\ \Omega$;
- une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** ;
- une diode **D** ;
- une lampe **L** ;
- un interrupteur **K**.

Dans une première expérience, on ferme l'interrupteur **K** à l'instant $t = 0$. A l'aide d'une méthode expérimentale appropriée, on suit l'évolution au cours du temps de l'intensité instantanée **i** du courant électrique qui circule dans le circuit. On obtient la courbe de la **figure 3** ; où la droite **(Δ)** représente la tangente à cette courbe à l'instant $t = 0$.

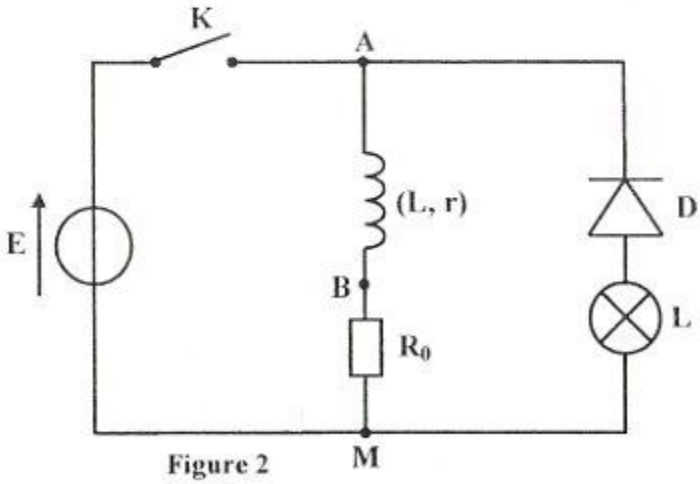


Figure 2

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de **i** en fonction du temps s'écrit :

$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}$; où τ est la constante de temps du circuit que l'on exprimera en fonction de **L**, **r** et R_0.

2) Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R_0 + r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.

3) a- Déterminer graphiquement :
   - la valeur I_0 de l'intensité du courant électrique lorsque le régime permanent est établi ;
   - la valeur de la constante de temps τ.

   b- Déduire les valeurs de **r** et **L**.

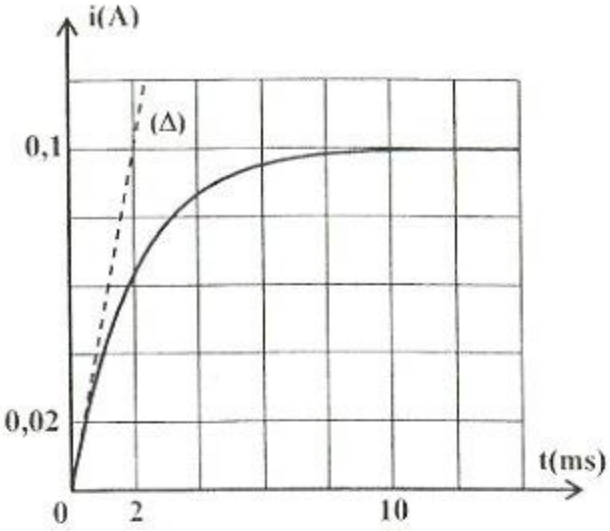


Figure 3

4) Tracer l'allure de la courbe traduisant l'évolution au cours du temps de la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes de la bobine tout en précisant les valeurs que prend $u_{AB}(t)$ respectivement à la fermeture de l'interrupteur **K** et lorsque le régime permanent est établi.

5) Dans une deuxième expérience et lorsque le régime permanent est établi, on ouvre l'interrupteur **K**. On constate que la lampe **L** s'allume pendant une courte durée avant de s'éteindre.

   a- Enoncer la loi de Lenz.

   b- Nommer le phénomène physique responsable de l'annulation progressive de l'intensité du courant électrique dans le circuit.

   c- Préciser sur un schéma, le sens du courant électrique circulant dans le circuit juste après l'ouverture de **K**.

Exercice 2 (4,25 points)

Un solide (S) de masse **m** est attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur **k**. L'autre extrémité du ressort est fixe. Le système {(R) + (S)} peut osciller horizontalement le long d'une tige (T). A l'équilibre, le centre d'inertie **G** du solide (S) coïncide avec l'origine **O** d'un repère $(O, \vec{i})$ porté par l'axe horizontal **x'x** (**figure 4**). Dans ce repère, la position de **G** à un instant **t** donné, est repérée par son abscisse **x(t)**. Les frottements sont supposés négligeables.

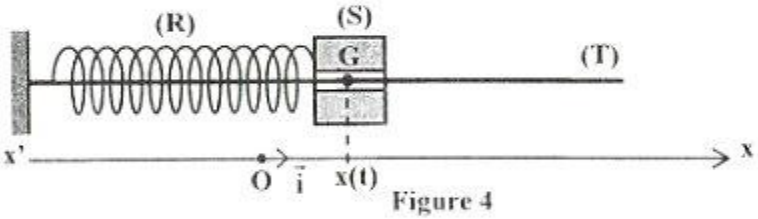


Figure 4

On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance x_0 et on le lance, à l'instant **t = 0**, avec une vitesse v_0 en lui communiquant une énergie cinétique $E_{c0} = 18{,}75.10^{-3}$ J. Un système approprié permet d'enregistrer les courbes $(\mathcal{C}_1)$ et $(\mathcal{C}_2)$ de la **figure 5** traduisant l'évolution au cours du temps de l'élongation **x(t)** et de la vitesse instantanée **v(t)** du centre d'inertie **G** de (S).

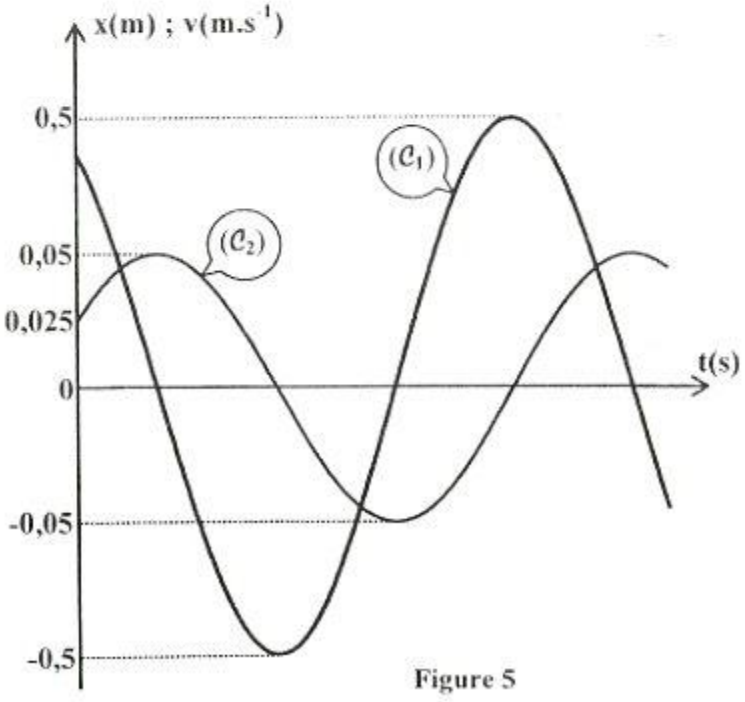


Figure 5

3 / 4

On suppose que l'énergie potentielle de pesanteur est nulle au niveau du plan horizontal contenant la tige (T).

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de **x** en fonction du temps s'écrit :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$$; où ω_0 est une constante que l'on exprimera en fonction de **k** et **m**.

2) Justifier que la courbe ($\mathcal{C}_2$) correspond à **x(t)**.
3) En exploitant les courbes de la **figure 5**, déterminer :
   a- la valeur de x_0 ;
   b- les valeurs de X_m et V_m, amplitudes respectives de **x(t)** et **v(t)**. En déduire la valeur de ω_0 ;
   c- la phase initiale φ_x de **x(t)**.
4) a- Déterminer la valeur de la vitesse v_0. Déduire la valeur de **m**.
   b- Déduire la valeur de **k**.
5) Déterminer la valeur de l'énergie mécanique **E** du système {(R) + (S)}.

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La diffraction au quotidien

La diffraction est un phénomène qui se présente lorsque l'onde heurte une discontinuité par rapport au milieu continu dans lequel elle se propage. On représente couramment la diffraction d'une onde par une diffusion de celle-ci à travers soit un trou, soit contre un obstacle. Imaginez vous une série de vagues planes, c'est-à-dire dont les fronts d'ondes représentent une ligne droite. Ces ondes, en passant par le trou, ne sont plus planes mais deviennent circulaires. De plus, l'énergie de la perturbation correspondant à celle de petit bout de vague passant le trou va se diffuser dans tout l'espace après le trou, d'où la diminution de la valeur de l'amplitude de la perturbation. C'est exactement ce qu'il se passe avec la lumière. Au passage d'un trou, celle-ci se diffuse dans l'espace. Il y a un dernier détail concernant la diffraction. Afin que celle-ci soit observable, il faut que la taille de l'obstacle soit de l'ordre de la période spatiale de l'onde. C'est la raison pour laquelle vous ne voyez pas de diffraction au quotidien ; la lumière visible possède une longueur d'onde bien trop faible par rapport à la taille des objets du quotidien.

Cependant, vous pouvez faire une expérience très simple de diffraction en utilisant simplement vos yeux et une source lumineuse suffisamment intense. Pour cela, fixez la source lumineuse puis plissez vos yeux. Vous allez voir apparaître des sortes de « branches » en étoile, et bien vous êtes face à un phénomène de diffraction ! Seulement, contrairement à ce qu'on pourrait penser, la diffraction n'est pas créée par l'espace entre nos deux paupières mais grâce à toute une combinaison de choses : nos cils, le liquide qui protège nos yeux, notre pupille…

Lorsque vous prenez le soleil en photo, il arrive souvent d'avoir des phénomènes de diffraction qui sont dus à l'intensité lumineuse, aux lentilles et à la taille du diaphragme utilisé pour prendre la photo.

D'après http://physiquereussite.fr/les-ondes/

1) Dégager du texte le passage confirmant que lors de la diffraction d'une onde il y a modification de son trajet et par suite de sa forme.
2) a- Préciser la condition permettant d'obtenir un phénomène de diffraction observable.
   b- Justifier la non observation de la diffraction de la lumière visible au quotidien.
3) En se référant au texte, représenter un schéma simplifié d'un dispositif expérimental permettant d'observer la diffraction de la lumière visible.
4) Les expériences décrites dans le texte mettent en évidence un caractère de la lumière. Préciser ce caractère.

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ●●○●● EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2017	Épreuve : **Sciences Physiques** Section : **Sciences Expérimentales** Durée : 3h — Coefficient : 4 **Session principale**

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à remettre avec la copie.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Afin d'étudier expérimentalement la réaction d'estérification, on réalise un mélange **équimolaire** formé d'un monoacide carboxylique (A) et d'un alcool primaire (B), en phase liquide, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré dont on négligera le volume. Le mélange est réparti en des échantillons identiques dans des tubes à essai surmontés chacun d'un réfrigérant à air. Chaque échantillon contient initialement n_0 **mol** de (A) et n_0 **mol** de (B).

A l'instant initial $t = 0$, pris comme origine des temps, on place les tubes à essai dans un bain-marie porté à une température θ convenable. A des instants successifs **t**, on retire un des tubes chauffés et on verse immédiatement son contenu dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacée. On dose, à chaque fois, l'acide carboxylique restant dans chacun des tubes, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire $C_B = 2\ mol.L^{-1}$.

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la **figure 1** qui représente l'évolution de V_{BE} en fonction du temps, où V_{BE} désigne le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence du dosage de l'acide carboxylique restant à l'instant **t**.

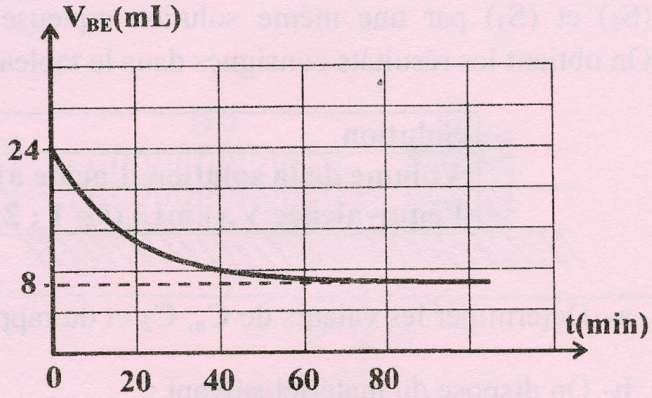


Figure 1

1) a- Indiquer le rôle du réfrigérant à air surmontant le tube à essai.
   b- Expliquer pourquoi l'erlenmeyer est placé dans un bain d'eau glacée.
   c- En exploitant la courbe de la **figure 1**, déterminer la valeur de n_0.
2) On désigne par n_E le nombre de mole d'ester (E) formé, à l'instant **t**, dans un tube à essai.
   a- Dresser le tableau descriptif en avancement **x** relatif à la réaction d'estérification.
   b- Exprimer n_E en fonction de n_0, C_B et V_{BE}.
   c- Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction d'estérification. En déduire une caractéristique de cette réaction.
3) Montrer que la fonction des concentrations Π relative à cette réaction s'écrit : $\Pi = \left(\frac{n_0}{C_B.V_{BE}} - 1\right)^2$.

   Calculer sa valeur à l'équilibre chimique.
4) On reprend l'expérience précédente, à la même température θ. A l'instant $t = 0$, chaque tube à essai contient un mélange non équimolaire formé de n_0 **mol** de l'acide carboxylique (A) et **a mol** de l'alcool primaire (B) ; avec $a > n_0$. Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence lorsque l'équilibre chimique est atteint devient $V'_{BE} < 8$ **mL**.
   a- Préciser, en le justifiant, si le nouveau taux d'avancement final τ'_f de la réaction devient inférieur ou supérieur à τ_f (calculé à la question **2) c-**).
   b- Déduire l'intérêt pratique du choix d'un mélange initial non équimolaire.

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont considérées à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On prépare par dilution, à partir d'une solution aqueuse (S_1) d'une monobase **(B)** de concentration molaire C_1, deux solutions aqueuses (S_2) et (S_3) de concentrations molaires respectives C_2 et C_3. On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction de la monobase **(B)** avec l'eau. Pour la solution (S_3), la plus diluée, le taux d'avancement final est $\tau_{f3} = 3{,}98.10^{-2}$ et le pH a pour valeur $pH_3 = 10{,}6$.

1) Justifier que la monobase **(B)** est faible.
2) Pour toute solution (S_i) **(i = 1 ; 2 ; 3)**, on désigne par C_i, pH_i et τ_{fi}, respectivement sa concentration molaire, son **pH** et le taux d'avancement final de la réaction de la monobase **(B)** avec l'eau dans (S_i).
   a- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique y_i de la réaction de la monobase **(B)** avec l'eau.
   b- Exprimer τ_{fi} en fonction de pH_i, pK_e et C_i. En déduire que $C_3 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.
3) a- Montrer, en justifiant les approximations utilisées, que pour chacune des trois solutions étudiées le pH s'écrit : $pH_i = \frac{1}{2}(pK_a + pK_e + \log C_i)$; où K_a est la constante d'acidité du couple BH^+ / B.
   b- En déduire la valeur du pK_a du couple BH^+ / B.
4) On effectue séparément le dosage d'un même volume $V_b = 20\ mL$ de chacune des trois solutions (S_1), (S_2) et (S_3) par une même solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_a. On obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

Solution	**(S_1)**	**(S_2)**	**(S_3)**
Volume de la solution d'acide ajouté à l'équivalence V_{aEi}(mL) (i = 1 ; 2 ; 3)	**20**	**10**	**4**

   a- Déterminer les valeurs de C_a, C_2 et du rapport $\frac{C_1}{C_3}$.
   b- On dispose du matériel suivant :
   - un flacon contenant 100 mL de la solution (S_1) ;
   - deux fioles jaugées de 50 mL et de 250 mL ;
   - deux pipettes jaugées de 10 mL et de 20 mL ;
   - une pissette remplie d'eau distillée.

   En indiquant le matériel **adéquat**, décrire le mode opératoire à suivre pour préparer la solution (S_3) à partir de la solution (S_1).

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,5 points)

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte, montés en série :

- une bobine **(B)** ;
- un résistor de résistance $R_0 = 20\ \Omega$;
- un générateur de tension idéal de fem **E** ;
- un interrupteur **K**.

On branche un voltmètre aux bornes de la bobine **(B)** et à l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**. Après une durée suffisante, le régime permanent est atteint et le voltmètre indique une tension de valeur constante $U_1 = 2\ V$.

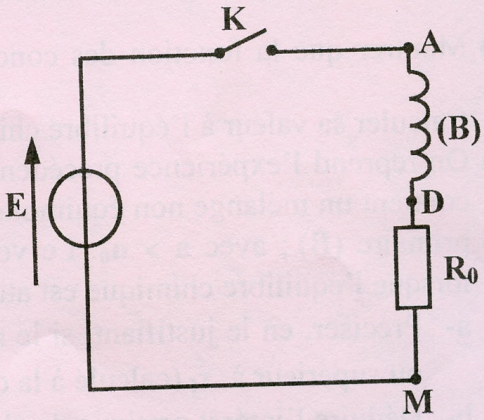


Figure 2

1) Justifier que la bobine (B) possède une résistance **r** non nulle.

2) Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément l'évolution au cours du temps des tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$, respectivement sur ses voies **X** et **Y**. La courbe représentée sur la **figure 3** correspond à l'une des tensions visualisées.

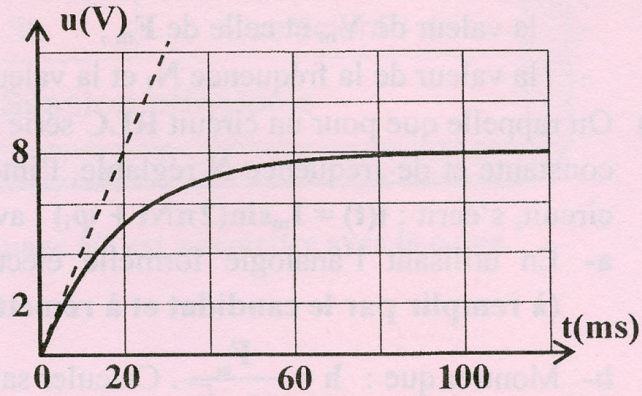


Figure 3

a- Compléter, sur la **figure 4** de la **page 5/5** (**à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie**), le schéma du montage en indiquant les connexions nécessaires à l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$.

b- Identifier, en le justifiant, la courbe de la **figure 3**.

c- On désigne par U_0, la valeur de $u_{DM}(t)$ lorsque le régime permanent est atteint.
Etablir la relation reliant U_0, U_1 et **E**.

d- Déterminer graphiquement U_0 et déduire la valeur de **E**.

3) La bobine (B) est d'inductance **L** et de résistance **r**.

a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de u_{DM} au cours du temps s'écrit :

$$\tau\frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = U_0 \text{ ; où } \tau = \frac{L}{R_0 + r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

b- Montrer que $r = 5\ \Omega$.

c- Déterminer graphiquement la valeur de τ. En déduire la valeur de **L**.

Exercice 2 (4,5 points)

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse **m = 50 g** fixé à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur **k** et dont l'autre extrémité est fixe (**figure 5**). Le solide (S) est assujetti à se déplacer suivant l'axe du ressort (R) qui est maintenu fixe et horizontal, tout en étant soumis à des frottements visqueux équivalents à une force $\vec{f}(t) = -h.\vec{v}(t)$, où **h** est une constante positive et $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie **G** du solide (S). A l'équilibre, le centre d'inertie **G** de (S) coïncide avec l'origine **O** d'un repère $(O, \vec{i})$, de vecteur unitaire $\vec{i}$ porté par l'axe **x'x**. Un excitateur transmet au système {(R) + (S)} une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m\sin(2\pi Nt).\vec{i}$; d'amplitude F_m constante et de fréquence **N** réglable. Le système {(R) + (S)} oscille en régime sinusoïdal forcé. La vitesse instantanée de **G** s'écrit : $v(t) = V_m \sin(2\pi Nt + \varphi_v)$, où V_m est l'amplitude et φ_v est la phase initiale.

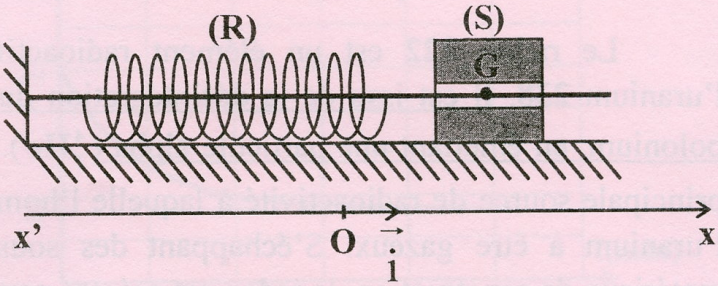


Figure 5

1) Un système approprié permet de suivre, simultanément, l'évolution au cours du temps de **v(t)** et de **F(t)**. Pour une valeur N_1 de **N**, on obtient les courbes (C_1) et (C_2) représentées sur la **figure 6**.

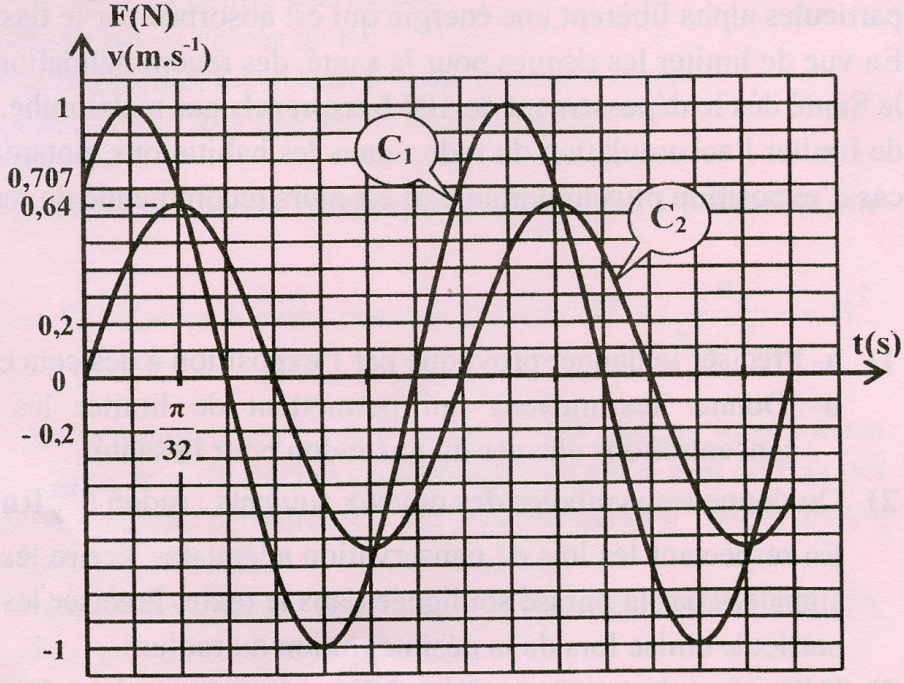


Figure 6

a- Justifier que la courbe (C_1) correspond à **v(t)**.

b- Déterminer graphiquement :

- la valeur de V_m et celle de F_m ;
- la valeur de la fréquence N_1 et la valeur de la phase initiale φ_v.

2) On rappelle que pour un circuit **RLC** série alimenté par une tension $u(t) = U_m\sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence **N** réglable, l'intensité instantanée **i(t)** du courant électrique, circulant dans le circuit, s'écrit : $i(t) = I_m\sin(2\pi Nt + \varphi_i)$; avec I_m son amplitude et φ_i sa phase initiale.

a- En utilisant l'analogie formelle électrique-mécanique, compléter le **tableau 1** de la **page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie)**.

b- Montrer que : $h = \dfrac{F_m}{V_m\sqrt{2}}$. Calculer sa valeur.

c- Déduire la valeur de **k**.

3) On fait varier la fréquence **N** de la force excitatrice. Pour une valeur N_2 de **N**, l'amplitude V_m de **v(t)** prend sa valeur la plus grande notée V_{m0}. Par recours à l'analogie formelle électrique-mécanique :

a- montrer que le système **{(R) + (S)}** est le siège d'un phénomène physique particulier dont on précisera le nom ;

b- déterminer N_2, V_{m0} et la nouvelle valeur φ'_v de la phase initiale de **v(t)**.

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

… Et qui respire du Radon ?

Le radon **222** est un élément radioactif naturel, qui fait partie de la famille radioactive de l'uranium **238**. Il est issu de la désintégration du radium et se désintègre lui-même en quelques jours en polonium, en émettant une particule alpha (^4_2He). Le radon, de période très courte (**3,8 jours**), constitue la principale source de radioactivité à laquelle l'homme est exposé, parce qu'il est le seul des descendants de l'uranium à être gazeux. S'échappant des sous-sols volcaniques et granitiques ainsi que de certains matériaux de construction, le radon est présent partout à la surface de la terre et hante nos maisons.

A long terme, le seul risque connu lors d'une exposition à des concentrations élevées est de développer un cancer du poumon. En effet, le gaz radon et ses descendants solides présents dans l'air peuvent être emprisonnés dans les poumons où ils se désintègrent et émettent des « particules alpha ». Les particules alpha libèrent une énergie qui est absorbée par le tissu pulmonaire et endommage celui-ci.

En vue de limiter les risques pour la santé, des recommandations sont émises par l'Organisation Mondiale de la Santé dès le dépassement de **100 becquerels** par mètre cube. La mise en œuvre de moyens simples permet de limiter l'accumulation du radon dans les habitations, notamment en aérant régulièrement le logement. En cas d'exposition plus importante, il est alors recommandé de renforcer l'étanchéité des murs et des sols…

D'après Jacqueline Denis-Lempereur
Science & Vie n° 846, mars 1988

1) a- Préciser le danger provoqué par l'exposition à des concentrations élevées du gaz radon.

b- Donner les moyens qui permettent de limiter les risques provenant d'une exposition à des concentrations élevées du gaz radon pour la santé.

2) On donne les symboles des noyaux suivants : radon ($^{222}_{Z}Rn$) ; radium ($^{226}_{88}Ra$) ; polonium ($^{A}_{84}Po$).

En respectant les lois de conservation adéquates, écrire les équations traduisant les deux désintégrations signalées par la phrase soulignée dans le texte. Préciser les valeurs de **A** et de **Z** ainsi que la nature de la particule émise lors de la désintégration du radium.

3) Déterminer le nombre minimal N_{min} de noyaux de radon, présents dans un mètre cube, nécessitant la mise en œuvre des moyens de protection.

Section : . . . . . N° d'inscription : . . . . . Série : . . . . . .

Nom et Prénom : . . . . . .

Date et lieu de naissance : . . . . . .

Signatures des surveillants

. . . . . .

. . . . . .

Sciences physiques (section : Sciences expérimentales)

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

Figure 4

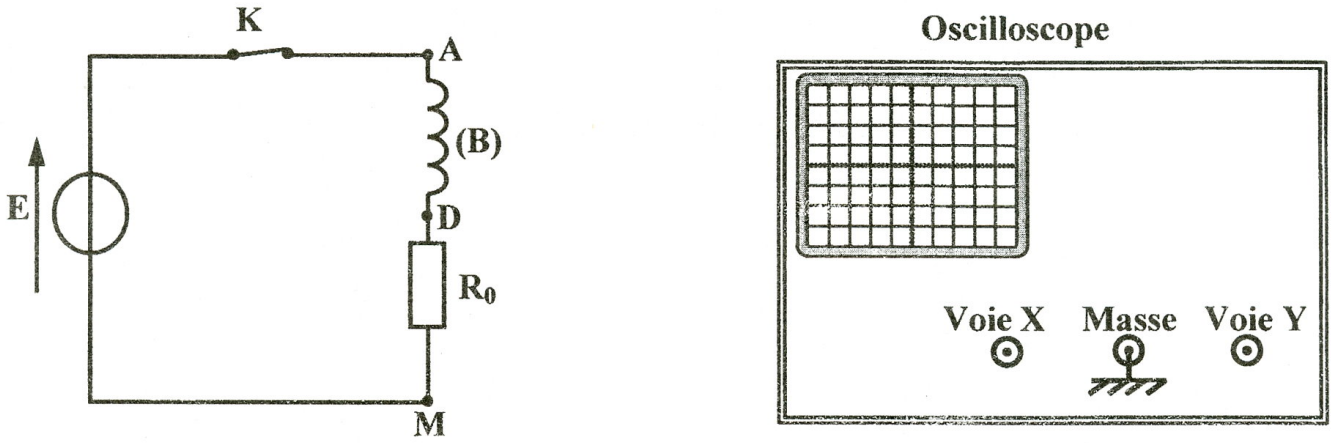


Tableau 1

Oscillateur forcé en régime sinusoïdal	Circuit RLC série	Pendule élastique
Amplitude de la grandeur oscillante	$I_m = \dfrac{U_m}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL)^2}}$	. . . . .
Impédance Z	$Z = \dfrac{U_m}{I_m}$	. . . . .
Expressions donnant la phase initiale de la grandeur oscillante	$\cos(\varphi_i) = \dfrac{R}{Z}$	. . . . .
	$tg(\varphi_i) = \dfrac{\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL}{R}$	. . . . .

Corrigé

CHIMIE

Exercice 1

1- a- Eviter les pertes par évaporation.

b- Ralentir au maximum la réaction.

c- $n_0 = C_B V_{BE0} = 4{,}8.10^{-2}$ mol

2- a-

Equation de la réaction		A + B $\rightleftarrows$ E + eau			
Etat du système à	Avancement	Quantité de matière en mol			
$t_{initial}$	0	n_0	n_0	0	0
t	x	$n_0 - x$	$n_0 - x$	x	x
t_{final}	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f

b- $n_0 - x = C_B V_{BE} \Rightarrow n_E = x = n_0 - C_B V_{BE}$

c- $\tau_f = \dfrac{x_f}{x_{max}}$; $\tau_f = \dfrac{n_0 - C_B V_{BEf}}{n_0} = 0{,}66 < 1$; donc la réaction est limitée.

3-

$$\Pi = \frac{[E][eau]}{[A][B]} = \frac{(n_0 - C_B V_{BE})^2}{(C_B V_{BE})^2} = \left(\frac{n_0}{C_B V_{BE}} - 1\right)^2$$

$$\Pi_{éq} = K = \left(\frac{n_0}{C_B V_{BEf}} - 1\right)^2 = 4$$

4-a- $n_{Ef} = n_0 - C_B V_{BEf}$ et $n'_{Ef} = n_0 - C_B V'_{BEf}$

$\tau_f = \dfrac{n_0 - C_B V_{BEf}}{n_0}$ et $\tau'_f = \dfrac{n_0 - C_B V'_{BEf}}{n_0}$

$V_{BEf} \rangle V'_{BEf} \Rightarrow \tau'_f \rangle \tau_f$

b-

Intérêt pratique : favorise la formation de l'ester

Inspecteur : Rachid DRIDI

Exercice 2

1- $\tau_{f3} < 1 \Rightarrow$ la base (B) est faible.

2- a-

Equation chimique		$B + H_2O \rightleftarrows OH^- + BH^+$			
Etat du système à	Avancement volumique	Concentration ($mol.L^{-1}$)			
$t_{initial}$	0	C_i	en excès	0	0
t_{final}	y_{fi}	$C_i - y_{fi}$	en excès	y_{fi}	y_{fi}

b- $\tau_{fi} = \dfrac{y_{fi}}{C_i} = \dfrac{[OH^-]}{C_i} = \dfrac{10^{(pH_i - pK_e)}}{C_i}$

$\tau_{f3} = \dfrac{10^{(pH_3 - pK_e)}}{C_3} \Rightarrow C_3 = \dfrac{10^{(pH_3 - pK_e)}}{\tau_{f3}}$; AN : $C_3 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$

3- a- $K_a = \dfrac{[H_3O^+]_{éq}[B]_{éq}}{[BH^+]_{éq}}$ avec $[BH^+] = [OH^-]$ et $[B] = C_i$; $(\tau_{f1} < \tau_{f2} < \tau_{f3} < 0{,}05)$

$K_a = \dfrac{C_i[H_3O^+]^2}{K_e}$

$pH = \dfrac{1}{2}(pK_a + pK_e + \log C_i)$

b- $pK_a = 2pH_3 - pK_e - \log C_3 = 9{,}2$

4- a-

$C_a = \dfrac{C_3 V_b}{V_{aE_3}}$ AN : $C_a = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

$C_2 = \dfrac{C_a V_{aE2}}{V_b}$ AN : $C_2 = 2{,}5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

$\dfrac{C_1}{C_3} = \dfrac{V_{aE1}}{V_{aE3}}$ AN : $\dfrac{C_1}{C_3} = 5$

b- A l'aide de la pipette jaugée de 10 mL, on prélève 10 mL de la solution (S_1) que l'on verse dans la fiole jaugée de 50 mL puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

PHYSIQUE

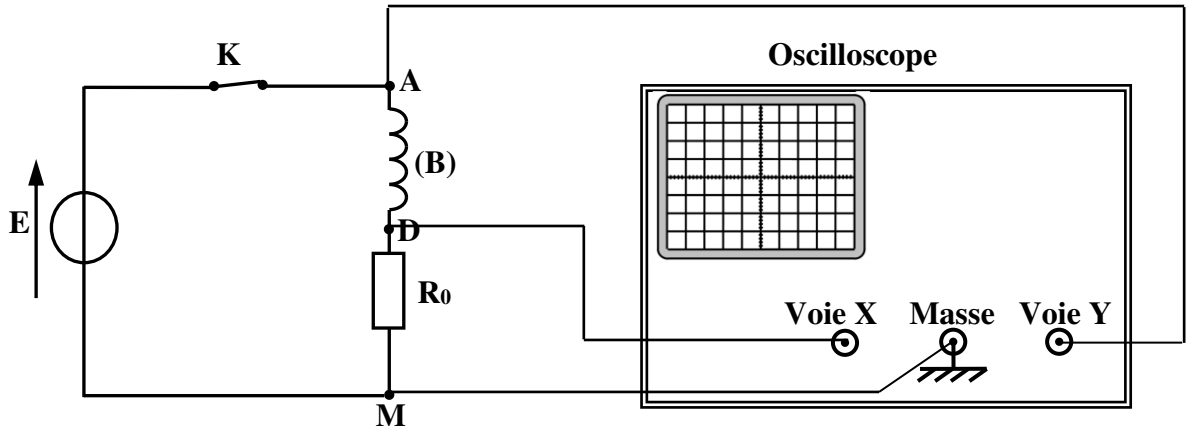
Exercice 1

1- $u_B(t) = L\dfrac{di}{dt} + ri$

En régime permanent : $U_B = U_1 = rI \neq 0$

Or : $I \neq 0 \quad \Rightarrow \quad r \neq 0$

2- a-



b- $u_{AM}(t) = E = cte$; $u_{DM}(t) = R_0.\ i(t)$ correspond à la courbe de la figure 3.

c- $E - U_1 - U_0 = 0$

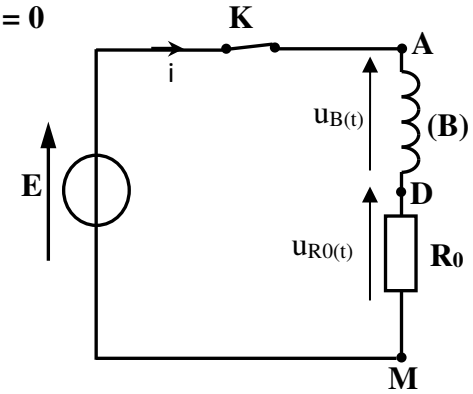
d- $U_0 = 8$ V donc $E = U_1 + U_0 = 10$ V.

3- a- Appliquons la loi de mailles : $E - u_B(t) - u_{R0}(t) = 0$

$$L\frac{di}{dt} + (r + R_0)i = E \text{ avec } i = \frac{u_{DM}(t)}{R_0}$$

$$\frac{L}{R_0 + r}\ \frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = E\frac{R_0}{r + R_0}$$

$$\tau\frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = U_0$$



b- $r = \dfrac{U_1}{I_0}$ avec $I_0 = \dfrac{U_0}{R_0}$ (intensité du courant en régime permanent)

$r = \dfrac{U_1 R_0}{U_0}$ AN : $r = 5\ \Omega$

c- $\tau = 20$ ms ; donc : $L = \tau(r + R_0) = 0{,}5$ H.

Inspecteur : Rachid DRIDI

Exercice 2

1- a- $\varphi_F = 0 \Rightarrow (C_2)$ correspond à F(t) donc (C_1) correspond à v(t).

b- $V_m = 1\ m.s^{-1}$; $F_m = 0{,}64\ N$; $N_1 = 2{,}55\ Hz$

$$|\Delta\varphi| = \frac{2\pi}{T}\Delta t = |\varphi_v - \varphi_F| = \frac{\pi}{4}\ rad.$$

v(t) est en avance de phase sur F(t) donc $\varphi_v = \frac{\pi}{4}$ rad.

2- a-

Oscillateur forcé en régime sinusoïdal	Circuit RLC série	Pendule élastique
Amplitude de la grandeur oscillante	$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL)^2}}$	$V_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 + (\frac{k}{2\pi N} - 2\pi Nm)^2}}$
Impédance **Z**	$Z = \frac{U_m}{I_m}$	$Z = \frac{F_m}{V_m}$
Expressions donnant la phase initiale de la grandeur oscillante	$\cos(\varphi_i) = \frac{R}{Z}$	$\cos(\varphi_v) = \frac{h}{Z}$
	$tg(\varphi_i) = \frac{\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL}{R}$	$tg(\varphi_v) = \frac{\frac{k}{2\pi N} - 2\pi Nm}{h}$

b- $h = Z\cos\varphi_v = \frac{F_m}{V_m}\cos\varphi_v = \frac{F_m}{V_m\sqrt{2}} = 0{,}45\ kg.s^{-1}$

c-

$$tg(\varphi_v) = \frac{\frac{k}{2\pi N_1} - 2\pi N_1 m}{h} = 1$$

$$h = \frac{k}{2\pi N_1} - 2\pi N_1 m \Rightarrow k = 2\pi N_1(h + 2\pi N_1 m) = 20\ N.m^{-1}$$

3- a- I_m est maximale $\Rightarrow$ résonance d'intensité

Par analogie, électrique-mécanique, V_m est maximale $\Rightarrow$ résonance de vitesse

b-

$$N_2 = N_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = 3{,}18\ Hz$$

$$V_{m0} = \frac{F_m}{h} = 1{,}42\ m.s^{-1}$$

F(t) et v(t) sont en phase $\Rightarrow \varphi'_v = 0$

Inspecteur : Rachid DRIDI

Exercice 3

1-a- Cancer des poumons

b-

- Aérer les logements
- Renforcer l'étanchéité des murs et des sols

2- $^{222}_{Z}\mathbf{Rn} \rightarrow {}^{A}_{84}\mathbf{Po} + {}^{4}_{2}\mathbf{He}$

Conservation du nombre de masse : A = 218

Conservation du nombre de charge : Z = 86

$^{222}_{86}\mathbf{Rn} \rightarrow {}^{218}_{84}\mathbf{Po} + {}^{4}_{2}\mathbf{He}$

$^{226}_{88}\mathbf{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\mathbf{Rn} + {}^{4}_{2}\mathbf{He}$

La particule émise est : $^{4}_{2}\mathbf{He}$

3- $A_{min} = \lambda N_{min} \Rightarrow \mathbf{N_{min} = \frac{TA_{min}}{Ln2} = 4{,}7.10^{7}}$ **noyaux**

Inspecteur : Rachid DRIDI

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ●●○●● EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2017	Épreuve : **Sciences Physiques**	
	Section : **Sciences Expérimentales**	
	Durée : 3h	Coefficient : 4
	Session de contrôle	

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On considère deux solutions aqueuses mères (S_1) et (S_2) de même concentration molaire C_0 et contenant respectivement les monoacides A_1H et A_2H. On prélève un même volume de chacune des solutions (S_1) et (S_2) que l'on dilue **n fois** avec de l'eau distillée afin de préparer plusieurs solutions filles de concentrations différentes. On mesure alors le **pH** de chaque solution fille. Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes (ζ_1) et (ζ_2) de la **figure 1**, traduisant l'évolution du **pH** en fonction de $\ell og\, n$ pour les solutions filles préparées, respectivement, à partir de (S_1) et (S_2).

On rappelle que :

- pour une solution aqueuse d'un monoacide fort, de concentration molaire C_0, le pH s'exprime par : $pH_0 = -\ell og C_0$;
- pour une solution aqueuse d'un monoacide faible, faiblement ionisé, de concentration molaire C_0, le pH s'exprime par : $pH'_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \ell og C_0)$; avec K_a la constante d'acidité du couple acide-base correspondant.

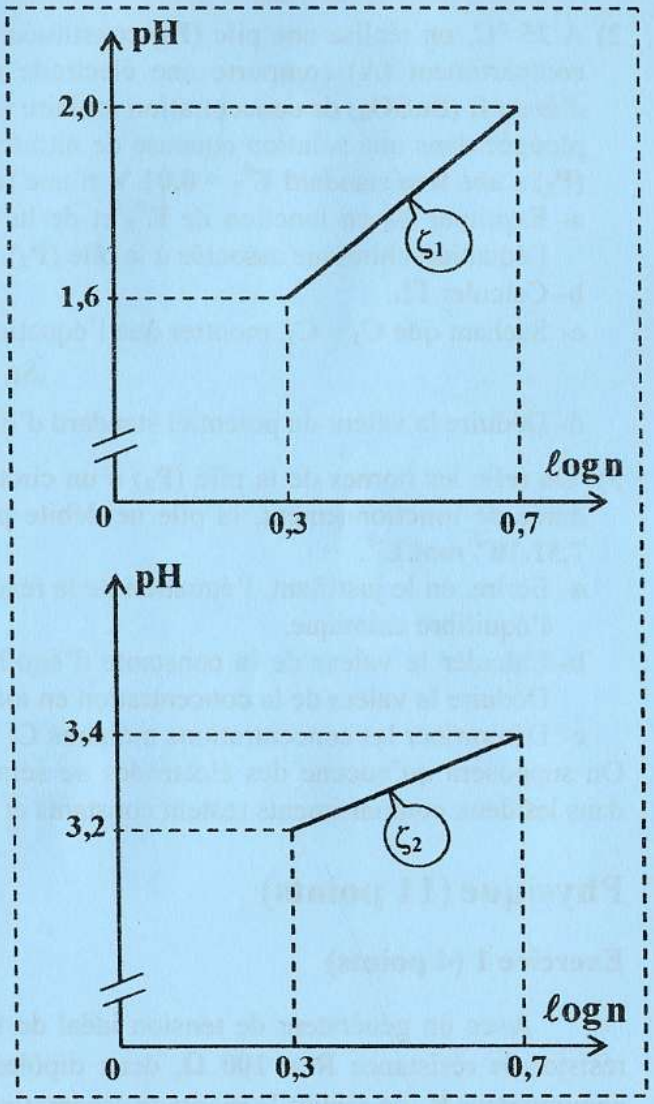


Figure 1

1) a- Exprimer le **pH** d'une solution aqueuse d'un monoacide fort, **n fois** diluée, en fonction de $\ell og\, n$ et pH_0.

   b- Exprimer le **pH** d'une solution aqueuse d'un monoacide faible, **n fois** diluée, en fonction de $\ell og\, n$ et pH'_0. On suppose que l'acide reste faiblement ionisé suite à la dilution.

2) En exploitant les courbes de la **figure 1** :

   a- montrer que A_1H est fort alors que A_2H est faible ;

   b- déterminer la valeur du pH initial pH_{01} de la solution (S_1). En déduire la valeur de C_0 ;

   c- montrer que $pK_a(A_2H / A_2^-) = 4,8$.

3) On dose un volume $V_a = 10$ mL de la solution (S_2), par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) (base forte) de concentration molaire $C_b = 5.10^{-2}$ mol.L^{-1}. Tracer l'allure de la courbe traduisant l'évolution du **pH** du milieu réactionnel en fonction du volume V_b de la solution d'hydroxyde de sodium versé au cours de ce dosage. Préciser la valeur du pH initial pH'_{02} de la solution (S_2) et les coordonnées des points de demi-équivalence et d'équivalence.

On rappelle que le **pH** d'une solution aqueuse d'une monobase faible, faiblement ionisée, de concentration molaire **C** s'exprime par : $pH = \frac{1}{2}(pK_a + pK_e + \ell og C)$.

Exercice 2 (4,5 points)

A 25 °C, on réalise la pile électrochimique (P_1) dont le schéma est représenté sur la **figure 2**.

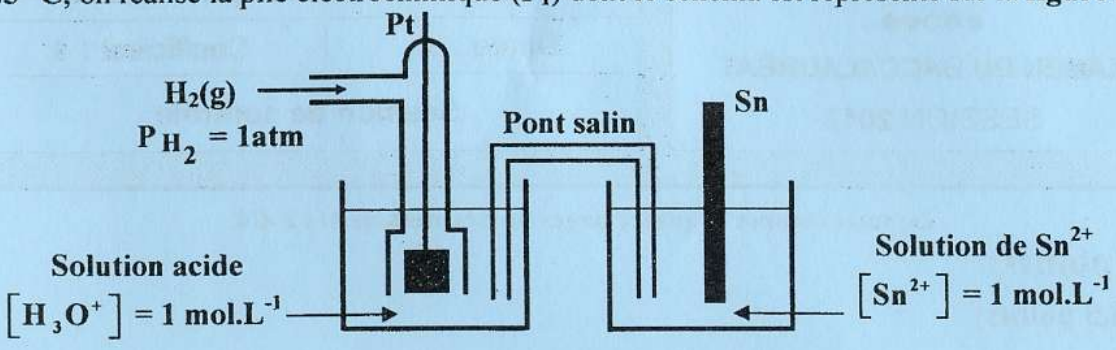


Figure 2

La mesure de la **fem** initiale de cette pile donne E_1 = - 0,14 V.

1) a- Nommer la demi-pile située à gauche dans le schéma de la pile (P_1).

b- On désigne par $E^0_{Sn^{2+}/Sn}$, le potentiel standard d'électrode du couple Sn^{2+} / Sn.

Justifier que $E^0_{Sn^{2+}/Sn} = E_1$. On donne : $E^0_{H_3O^+/H_2(g)} = 0$.

2) A 25 °C, on réalise une pile (P_2) constituée de deux compartiments (A) et (B) reliés par un pont salin. Le compartiment (A) comporte une électrode en étain (Sn) plongée dans une solution aqueuse de sulfate d'étain II ($SnSO_4$) de concentration molaire C_1. Le compartiment (B) comporte une électrode en plomb (Pb) plongée dans une solution aqueuse de nitrate de plomb II ($Pb(NO_3)_2$) de concentration molaire C_2. La pile (P_2) a une **fem** standard E^0_2 = 0,01 V et une **fem** initiale E_2 = - 0,02 V.

a- Exprimer E_2 en fonction de E^0_2 et de la valeur initiale Π_i de la fonction des concentrations relative à l'équation chimique associée à la pile (P_2).

b- Calculer Π_i.

c- Sachant que $C_1 > C_2$, montrer que l'équation chimique associée à la pile (P_2) s'écrit :

$$Sn + Pb^{2+} \rightleftarrows Sn^{2+} + Pb$$

d- Déduire la valeur du potentiel standard d'électrode $E^0_{Pb^{2+}/Pb}$ du couple Pb^{2+} / Pb.

3) On relie les bornes de la pile (P_2) à un circuit extérieur comportant un dipôle résistor. Après une certaine durée de fonctionnement, la pile ne débite plus de courant et la concentration en ions Sn^{2+} devient égale $7{,}51.10^{-2}$ mol.L^{-1}.

a- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans la pile avant d'atteindre l'équilibre chimique.

b- Calculer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P_2). Déduire la valeur de la concentration en ions Pb^{2+} à l'équilibre chimique.

c- Déterminer les concentrations molaires C_1 et C_2.

On supposera qu'aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions dans les deux compartiments restent constants et égaux.

Physique (11 points)

Exercice 1 (4 points)

Avec un générateur de tension idéal de **fem** E = 6 V, un résistor de résistance R = 100 Ω, deux dipôles D_1 et D_2 et un commutateur K, on réalise le montage schématisé sur la **figure 3**.

L'un des dipôles D_1 ou D_2 est un condensateur de capacité C initialement déchargé, alors que l'autre est une bobine d'inductance L et de résistance r non nulle.

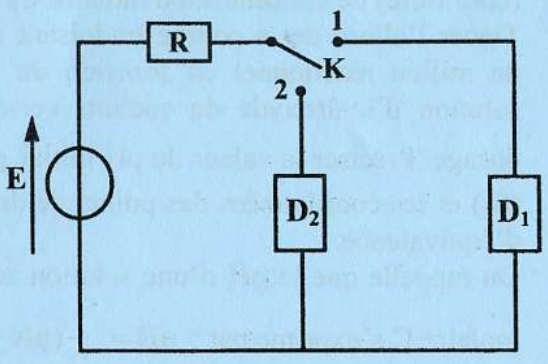


Figure 3

Dans le but d'identifier D_1 et D_2 et de déterminer les valeurs de leurs grandeurs caractéristiques, on réalise les deux expériences suivantes :

expérience (1) : à l'instant $t = 0$, on place le commutateur **K** en position (1). La visualisation, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe de la tension $u_{D1}(t)$ aux bornes de D_1 et de celle aux bornes du générateur a permis d'obtenir les courbes de la **figure 4** ;

expérience (2) : à l'instant $t = 0$, on place le commutateur **K** en position (2). La visualisation, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe de la tension $u_{2R}(t)$ aux bornes du résistor et de celle aux bornes du générateur a permis d'obtenir les courbes de la **figure 5**.

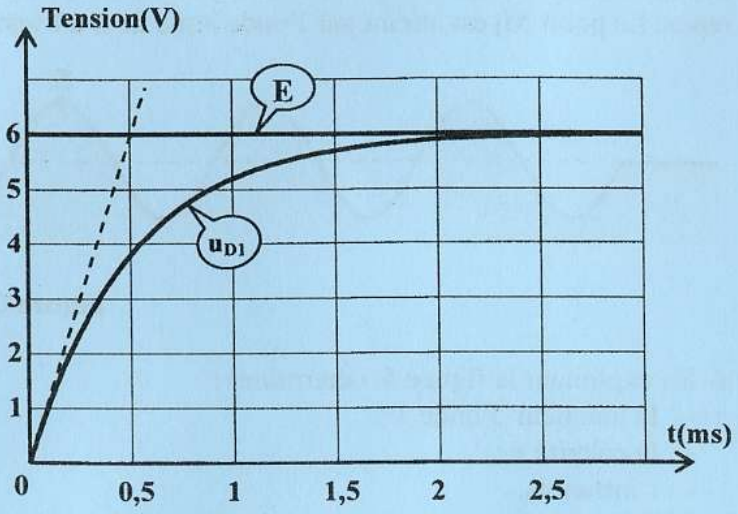


Figure 4

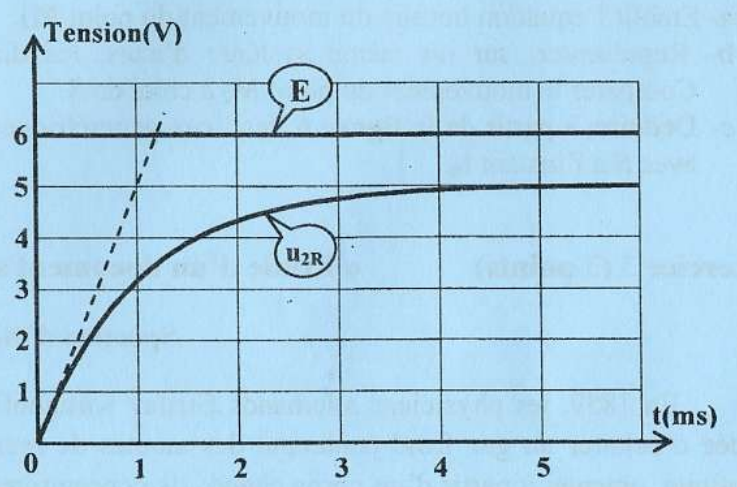


Figure 5

1) **a-** En appliquant la loi des mailles au circuit correspondant à **l'expérience (1)**, exprimer la tension $u_{1R}(t)$ aux bornes du résistor en fonction de **E** et de $u_{D1}(t)$.

   b- En déduire, par exploitation des courbes de la **figure 4**, que l'intensité du courant circulant dans le circuit s'annule lorsque le régime permanent est atteint.

   c- Déduire, en le justifiant, que le dipôle D_1 est le condensateur.

2) On rappelle que la constante de temps τ_1 d'un dipôle **RC** soumis à un échelon de tension, s'écrit : $\tau_1 = RC$.

   a- Déterminer graphiquement la valeur de τ_1.

   b- En déduire la valeur de la capacité **C**.

3) Dans le circuit correspondant à **l'expérience (2)**, on désigne par I_2 et U_{D2}, respectivement les valeurs de l'intensité du courant électrique et de la tension aux bornes de D_2 lorsque le régime permanent est atteint.

   a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de $u_{2R}(t)$ s'écrit :

$$\frac{du_{2R}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_2}u_{2R}(t) = \frac{R}{L}E \text{ ; où } \tau_2 = \frac{L}{R+r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

   b- En exploitant les courbes de la **figure 5**, déterminer les valeurs de I_2, U_{D2} et τ_2.

   c- En déduire les valeurs de **r** et **L**.

Exercice 2 (4 points)

On dispose d'un vibreur muni d'une fourche à pointe unique et d'une cuve à ondes. Au repos, la pointe verticale affleure la surface libre de la nappe d'eau de la cuve à ondes en un point **S**. En mettant le vibreur en marche, la pointe impose au point **S** des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude **a = 2 mm** et de fréquence **N**. Ainsi, une onde progressive, de longueur d'onde λ, prend naissance au point **S** à l'instant **t = 0** et se propage à la surface de l'eau avec une célérité **v constante**. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni atténuation de l'onde au cours de la propagation.

1) Décrire l'aspect de la surface libre de l'eau observée en lumière ordinaire.

2) La **figure 6** représente, à un instant t_0, une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par S, M_1 et M_2. Les points M_1 et M_2 sont séparés par la distance $d = M_1M_2 = 1{,}25$ **cm** lorsque le liquide est au repos. Le point M_1 est atteint par l'onde issue de S à l'instant $t_1 = 5.10^{-2}$ s.

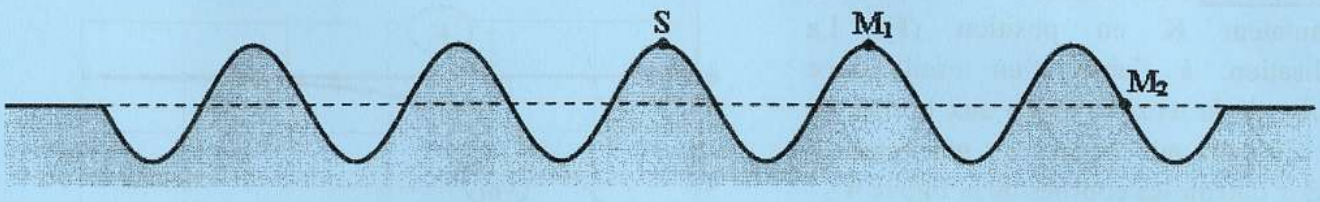


Figure 6

a- En exploitant la **figure 6**, déterminer :
- la longueur d'onde λ ;
- la célérité v ;
- l'instant t_0.

b- Montrer que le mouvement du point S est régi par l'équation horaire :

$$y_S(t) = 2.10^{-3}\sin(40\pi t + \pi) \text{ pour } t \geq 0$$; où y_S s'exprime en **mètre** et t en **seconde**.

3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement du point M_2.

b- Représenter, sur un même système d'axes, les diagrammes de mouvements des points S et M_2. Comparer le mouvement du point M_2 à celui de S.

c- Déduire, à partir de la **figure 6**, les lieux géométriques des points vibrants en quadrature retard de phase avec S à l'instant t_0.

Exercice 3 (3 points) **« Etude d'un document scientifique »**

Spectres d'étoiles

En 1859, les physiciens allemands Gustav Kirchhoff et Robert Wilhelm Bunsen eurent conjointement l'idée d'éclairer un gaz froid contenant des atomes de mercure à basse pression avec une source lumineuse continue, obtenue à partir d'un corps chaud. Ils concentrèrent la lumière à la sortie de la vapeur de mercure à l'aide d'une lentille convergente et placèrent, derrière un écran percé d'une fente, un prisme afin d'observer le spectre de la lumière traversant la flamme.

Kirchhoff obtint un spectre. Il en déduisit que les raies sombres sur le spectre continu correspondaient à la lumière absorbée par le mercure, et appela ce spectre le spectre d'absorption du mercure. Il fit de même pour l'hydrogène, puis pour le sodium, pour lequel il n'obtint qu'une seule radiation absorbée pour 589 nm. Il généralisa ce résultat pour tous les autres atomes.

Kirchhoff fit alors le rapprochement avec le spectre du Soleil obtenu par l'astronome Joseph Von Fraunhofer. Il proposa un modèle du Soleil et des autres étoiles comprenant une boule de gaz à très haute température, dont la surface émet de la lumière d'origine thermique, entourée d'une enveloppe gazeuse (chromosphère) à faible pression, absorbant la lumière. Ainsi, le spectre d'une étoile se présente donc comme un spectre continu comportant de nombreuses raies noires.

D'après Physique.chimie.sjh.free.fr/documents/Activité_étoile.doc

1) Proposer un schéma simplifié du dispositif expérimental utilisé par les physiciens Kirchhoff et Bunsen, pour observer le spectre d'absorption du mercure.
2) Dégager du texte une définition du spectre d'absorption atomique d'un élément chimique.
3) Expliquer, comment l'analyse du spectre d'une étoile permet de reconnaître certains constituants chimiques de sa chromosphère.

Corrigé

CHIMIE

Exercice 1

1- a- Pour une solution aqueuse d'un monoacide fort, on a : $\mathbf{pH_0 = -\ell og C_0}$;

On dilue n fois la solution considérée, la nouvelle concentration C' s'écrit : $C' = \frac{C_0}{n}$; donc :

$pH = \ell ogn - \ell ogC_0 = \ell ogn + pH_0$

b- Pour une solution aqueuse d'un monoacide faible, on a : $\mathbf{pH'_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \ell ogC_0)}$

On dilue n fois la solution considérée ; $C' = \frac{C_0}{n}$; $\mathbf{pH = \frac{1}{2}\ell og\, n + \frac{1}{2}(pK_a - \ell ogC_0) = \frac{1}{2}\ell og\, n + pH'_0}$

2- a- Les deux courbes ($\mathcal{C}_1$) et ($\mathcal{C}_2$) sont des droites affines d'équations respectives $\mathbf{pH = a_1 logn + b_1}$ et $\mathbf{pH = a_2 logn + b_2}$

$a_1 = \frac{\Delta pH}{\Delta \log n} = 1$, **donc A_1H est un acide fort**

$a_2 = \frac{\Delta pH}{\Delta \log n} = 0{,}5$, **donc A_2H est un acide faible**

b- $pH_{01} = pH - \ell ogn$

Pour $\ell ogn = 0{,}3$; $pH = 1{,}6 \Rightarrow pH_{01} = 1{,}3$

$pH_{01} = 1{,}3 = -\ell ogC_0 \Rightarrow C_0 = 10^{-1,3} = 5.10^{-2}$ mol.L^{-1}

c- $\mathbf{\frac{1}{2}(pK_a - \ell ogC_0) = 3{,}05 \Rightarrow pK_a(A_2H / A_2^-) = 4{,}8}$

3- A l'équivalence : $C_aV_a = C_bV_{bE} \Rightarrow V_{bE} = 10$ mL

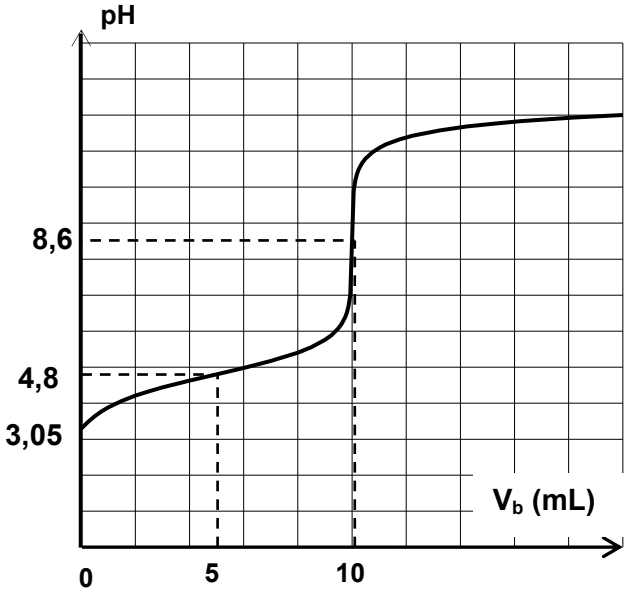
A la demi-équivalence : $V_{b\frac{1}{2}} = \frac{V_{bE}}{2} = 5$ mL

$pH_{\frac{1}{2}} = \mathbf{pK_a = 4{,}8}$

$$\mathbf{pH_E = \frac{1}{2}(pK_a + pK_e + \ell og\frac{C_aV_a}{V_a + V_{bE}}) = 8{,}6}$$

$\mathbf{pH'_{02} = 3{,}05}$

Inspecteur : Rachid DRIDI



Exercice 2

1- a- Electrode normale à hydrogène (ou ENH)

b- Dans les conditions standards : $E_1 = V_D - V_G = \mathbf{E^0_{Sn^{2+}/Sn}} - \mathbf{E^0_{H_3O^+/H_2(g)}} = \mathbf{E^0_{Sn^{2+}/Sn}}$

2- a- $E_2 = \mathbf{E^0_2 - 0{,}03\ \ell og\Pi_i}$

b- $\mathbf{\Pi_i} = 10^{\frac{E_2^0 - E_2}{0{,}03}} = 10$

c- $\mathbf{\Pi_i \rangle 1}$ et comme $C_1 \rangle C_2$ alors $\frac{C_1}{C_2} \rangle 1$, d'où : $\Pi_i = \frac{C_1}{C_2} = \frac{[Sn^{2+}]}{[Pb^{2+}]} \Rightarrow$ l'équation associée s'écrit :

$$\mathbf{Sn + Pb^{2+} \rightleftharpoons Sn^{2+} + Pb}$$

d- $\mathbf{E^0_2 = E^0_{Pb^{2+}/Pb} - E^0_{Sn^{2+}/Sn} \Rightarrow E^0_{Pb^{2+}/Pb} = E^0_2 + E^0_{Sn^{2+}/Sn} = -0{,}13\ V}$

3- a- $\mathbf{E_2 < 0} \Rightarrow$ la réaction qui se produit est : $\mathbf{Sn^{2+} + Pb \rightarrow Sn + Pb^{2+}}$

b-

$$K = 10^{\frac{E_2^0}{0{,}03}} = 2{,}15$$

$$K = \frac{[Sn^{2+}]_{éq}}{[Pb^{2+}]_{éq}} \Rightarrow [Pb^{2+}]_{éq} = \frac{[Sn^{2+}]_{éq}}{K} = 3{,}49.10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

c-

$$\Pi_i = \frac{C_1}{C_2} = 10$$

$$C_1 + C_2 = 11.10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

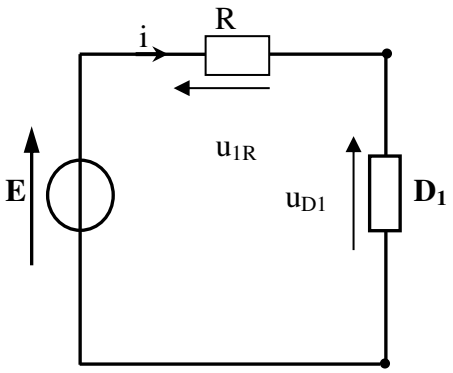
$$C_1 = 10^{-1}\,mol.L^{-1}$$

$$C_2 = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

Inspecteur : Rachid DRIDI

PHYSIQUE

Exercice 1



1- a- Appliquons la loi des mailles $\Rightarrow$ $E - u_{D1}(t) = u_{1R}(t)$

b- En régime permanent : $U_{D1} = E$

$U_{1R} = R.I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = 0$

c- Un condensateur complètement chargé

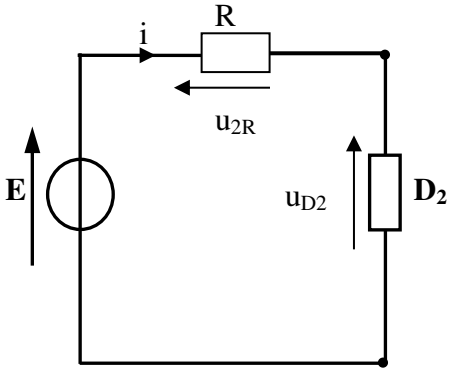
$\Leftrightarrow$ $U_c = E$ et $I = 0$

$U_{D1} = E$ et $I_1 = 0$ donc D_1 est un condensateur

2- a- $\tau_1 = 0,5\text{ms}$

b- $C = \dfrac{\tau_1}{R} = 5\mu F$

3- a- Appliquons la loi des mailles $\Rightarrow$ $E - u_{D2}(t) - u_{1R}(t)$



$$L\frac{di}{dt} + (r + R)i = E \text{ avec } i = \frac{u_{2R}(t)}{R}$$

$$\frac{L}{R+r}\frac{du_{2R}(t)}{dt} + u_{2R}(t) = E\frac{R}{r+R}$$

$$\frac{du_{2R}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_2}u_{2R}(t) = E\frac{R}{L}; \text{avec } \tau_2 = \frac{L}{R+r}$$

b- En régime permanent $U_{2R} = R.I_2 \Rightarrow \begin{cases} I_2 = \dfrac{U_{2R}}{R} = 50\text{mA} \\ U_{D2} = E - U_{2R} = 1\text{V} \\ \tau_2 = 1\text{ms} \end{cases}$

c-

$$r = \frac{U_{D2}}{I_2} = 20\Omega$$

$$\tau_2 = \frac{L}{R+r} \text{ donc } L = \tau_2(r + R) = 0,12 \text{ H.}$$

Exercice 2

1- En lumière ordinaire, on observe des rides circulaires concentriques au point S.

2- a- $d = 1,25\lambda \Rightarrow \lambda = 1$ cm

$$v = \frac{SM_1}{t_1} = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$$

$$t_0 = \frac{x_f}{v} = 13,75.10^{-2}\text{s}$$

b- $y_S(t) = a\sin(2\pi Nt + \varphi_S)$

Inspecteur : Rachid DRIDI

$y_S(t_0) = 2.10^{-3}\sin(40\pi t + \varphi_S) = 2.10^{-3} \Rightarrow \varphi_S = \pi$ **rad.**

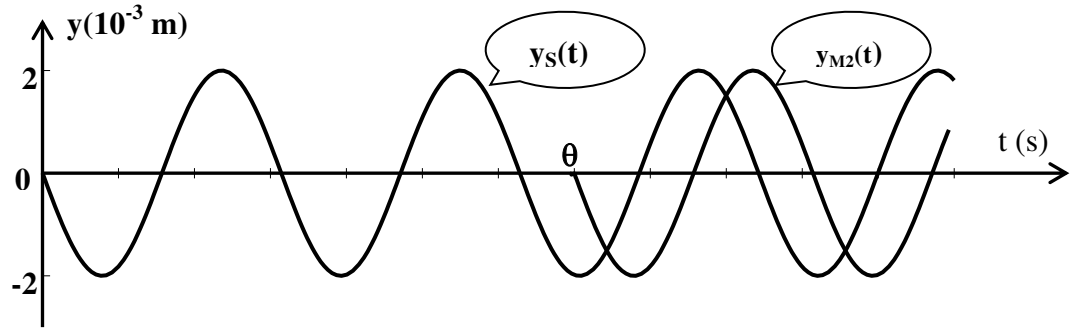
$y_S(t) = 2.10^{-3}\sin(40\pi t + \pi)$ **pour** $t \geq 0$

3- a-

$$y_{M2}(t) = y_S(t - \theta) \; ; \; \theta = \frac{SM_2}{v}$$

$$y_{M2}(t) = \begin{cases} 0 \text{ si } t < \theta \\ 2.10^{-3}\sin(40\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ pour } t \geq \theta \end{cases}$$

b-



M_2 vibre en quadrature retard de phase par rapport à S.

c- Les points sont situés sur des cercles concentriques en S et de rayons :

$r_1 = 0{,}25$ cm

$r_2 = 1{,}25$ cm

$r_3 = 2{,}25$ cm

Exercice 3

1- Dispositif convenable :

Dispositif comportant, <u>disposés dans l'ordre</u> : source de lumière continue, mercure gazeux à basse pression, une lentille convergente, une fente, un prisme.

2- Le spectre d'absorption est constitué par des raies noires sur le spectre continu correspondant aux radiations absorbées par l'atome.

3- Par comparaison des raies noires obtenues sur le spectre d'une étoile avec ceux des éléments chimiques, on peut reconnaître certains constituants de sa chromosphère.

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ***** EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Épreuve : **Sciences physiques**	
	Section : **Sciences expérimentales**	
	Durée : 3 h	Coefficient : 4
SESSION **2016**	**Session principale**	

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5
La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie

Chimie: (9 points)

Exercice 1 : (4 points)

Toutes les expériences sont réalisées à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On dispose de trois solutions aqueuses : S_1, S_2 et S_3.

S_1 : solution d'un monoacide A_1H de concentration molaire C_1.

S_2 : solution d'un monoacide A_2H de concentration molaire C_2.

S_3 : solution d'hydroxyde de sodium **NaOH** (base forte) de concentration $C_3 = 0{,}2\ mol.L^{-1}$.

On réalise les deux expériences suivantes :

- **expérience 1** : à l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement la solution S_2 sur un volume $V_3 = 10\ mL$ de la solution S_3, contenu dans un bécher ;
- **expérience 2** : à l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement la solution S_3 sur un volume $V_1 = 24\ mL$ de la solution S_1, contenu dans un bécher.

Dans chacune de ces deux expériences et sous agitation magnétique, on suit à l'aide d'un pH-mètre l'évolution du **pH** du mélange réactionnel contenu dans le bécher en fonction du volume ajouté $V_{ajouté}$ de la solution contenue dans la burette. Sur la Figure **1** de la page **5/5**, sont tracées les courbes ($\mathcal{C}$) et ($\mathcal{C}'$) traduisant le $pH = f(V_{ajouté})$, sur lesquelles sont représentés respectivement les points d'équivalences acido-basiques **E** et **E'**.

1- Représenter le schéma annoté du dispositif expérimental utilisé dans l'expérience **1**.

2- Affecter à chacune des deux courbes ($\mathcal{C}$) et ($\mathcal{C}'$) l'expérience correspondante en justifiant la réponse.

3- Définir l'équivalence acido-basique.

4- En exploitant les courbes ($\mathcal{C}$) et ($\mathcal{C}'$) de la Figure **1** de la page **5/5** :

a) préciser, en le justifiant, le caractère (acide, neutre ou basique) de chacun des deux mélanges réactionnels obtenus à l'équivalence au cours des expériences **1** et **2** ;

b) calculer les concentrations molaires C_1 et C_2 des deux solutions S_1 et S_2 ;

c) justifier que A_1H est un acide faible et que A_2H est un acide fort.

5- En utilisant la Figure **1** de la page **5/5**, **à remplir par le candidat et à remettre avec la copie**, déterminer graphiquement la valeur du pK_a du couple correspondant à l'acide faible.

Exercice 2 : (5 points)

Dans tout l'exercice, on suppose que le volume de la solution contenue dans chaque compartiment de la pile reste constant et qu'aucune des deux électrodes ne disparait complètement durant le fonctionnement de la pile. A **25 °C**, on réalise une pile électrochimique P_1 symbolisée par : $Ni|Ni^{2+}(C_1)\,\|\,Co^{2+}(C_2)|Co$.

1- Ecrire l'équation chimique associée à la pile P_1.

2- Après une durée de fonctionnement de la pile P_1, on constate qu'il y a formation d'un dépôt de nickel sur la lame de nickel.

a) Ecrire, en justifiant la réponse, l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans P_1 lorsque celle-ci débite du courant électrique.

b) Préciser, en le justifiant, le signe de la fem initiale E_i de la pile P_1.

3- Exprimer la force électromotrice initiale E_i de P_1 en fonction de sa force électromotrice standard E_0 et des concentrations C_1 et C_2.

4- Pour des concentrations $C_1 = 1\ mol.L^{-1}$ et $C_2 = 0{,}1\ mol.L^{-1}$, la fem initiale de P_1 vaut $E_1 = -0{,}05\ V$.

a) Déterminer la valeur de la fem standard E_0 de la pile P_1 ainsi que celle de la constante d'équilibre **K** de la réaction qui lui est associée.

b) Déterminer les concentrations C'_1 et C'_2 respectivement des ions Ni^{2+} et Co^{2+} lorsque P_1 ne débite plus de courant électrique.

c) On ajoute une petite quantité de cristaux de sulfate de cobalt $CoSO_4$ dans le compartiment de droite de la pile P_1.

c_1- Dire, en le justifiant, dans quel sens évolue le système.

c_2- Préciser alors la polarité des électrodes de la pile.

5- On réalise une pile électrochimique P_2 constituée par l'électrode normale à hydrogène **ENH** placée à gauche et la demi-pile qui met en jeu le couple redox Co^{2+}/Co dans les conditions standard, placée à droite. Les deux compartiments sont reliés par un pont salin. La valeur initiale de la fem de cette pile est $E_2 = -0{,}28$ V.

a) Schématiser la pile P_2 réalisée avec toutes les précisions nécessaires.

b) Définir le potentiel standard d'un couple redox.

c) Déterminer la valeur du potentiel standard du couple Co^{2+}/Co. Déduire celle du couple Ni^{2+}/Ni.

Physique : (11 points)

Exercice 1: (5 points)

On dispose :

- d'un résistor de résistance $R = 100\ \Omega$;
- d'un condensateur de capacité C ;
- d'une bobine d'inductance L et de résistance supposée négligeable ;
- d'un générateur basse fréquence G à masse flottante ;
- d'un interrupteur K ;
- d'un oscilloscope bicourbe.

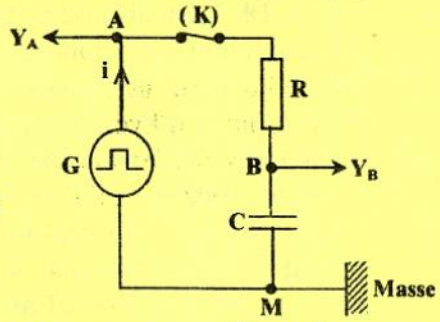


Figure 2

On se propose de déterminer les valeurs de C et de L par deux méthodes différentes.

I- Première méthode

1- Détermination de la valeur de la capacité C du condensateur

On réalise le circuit électrique schématisé par la Figure 2, qui comporte, associés en série le condensateur de capacité C initialement déchargé, le résistor de résistance R, l'interrupteur K et le générateur G délivrant une tension en créneaux de période T, qui varie périodiquement entre E et 0 (la tension vaut E pendant une demi-période et 0 pendant l'autre demi-période).

On ferme l'interrupteur K et on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du générateur G sur la voie Y_A et la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_B de l'oscilloscope.

On admet que pour $t \in \left[0, \frac{T}{2}\right[$, le condensateur se charge et la tension entre ses bornes s'écrit :

$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$, où $\tau = RC$ représente la constante de temps du dipôle RC.

a) Vérifier que pour $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur vaut 0,63 E.

b) Pour une valeur T_1 de la période du générateur G et en faisant les réglages appropriés, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure 3 avec :

- sensibilités verticales des voies Y_A et Y_B : $1\ V.div^{-1}$;
- balayage horizontal : $1\ ms.div^{-1}$.

En exploitant les chronogrammes de la Figure 3 :

b_1- donner la valeur maximale E de la tension délivrée par le générateur G ;

b_2- déterminer la valeur de la constante de temps τ du dipôle RC et en déduire celle de la capacité C ;

b_3- déterminer la valeur de T_1 et expliquer pourquoi le choix de cette période est convenable pour permettre au condensateur d'atteindre sa charge maximale.

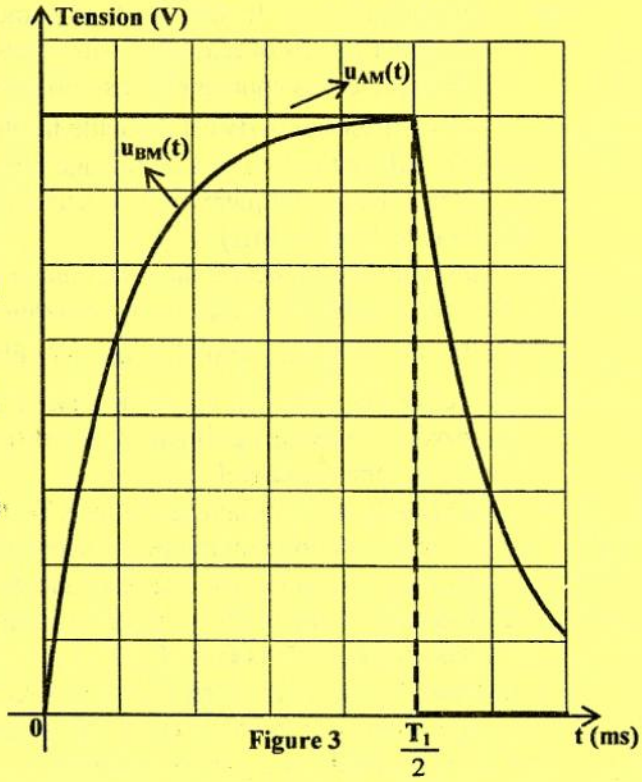


Figure 3

2- Détermination de la valeur de l'inductance **L** de la bobine

On réalise le circuit électrique schématisé par la Figure **4**, qui comporte, associés en série la bobine d'inductance **L**, le résistor de résistance **R**, l'interrupteur **K** et le générateur **G** délivrant maintenant une tension alternative triangulaire.

On ferme l'interrupteur **K** et à l'aide de l'oscilloscope, on visualise simultanément la tension $\mathbf{u_{AM}(t)}$ aux bornes du résistor sur la voie $\mathbf{Y_A}$ et la tension $\mathbf{u_{MB}(t)}$ aux bornes de la bobine sur la voie $\mathbf{Y_B}$ au lieu de $\mathbf{u_{BM}}$, et ce en appuyant sur le bouton **INVERSE** de cette voie.

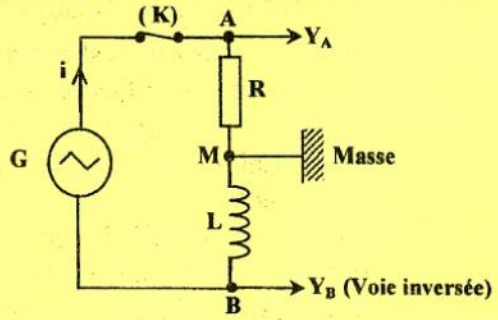


Figure 4

a) Exprimer la tension $\mathbf{u_{MB}(t)}$ aux bornes de la bobine en fonction de **L**, **R** et $\dfrac{du_{AM}(t)}{dt}$.

b) Pour une valeur $\mathbf{N_2}$ de la fréquence de la tension délivrée par le générateur **G** et en faisant les réglages nécessaires, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure **5** avec :

-sensibilité verticale de la voie $\mathbf{Y_A}$: **1 V.div^{-1}** ;

-sensibilité verticale de la voie $\mathbf{Y_B}$: **500 mV.div^{-1}** ;

- balayage horizontal: **4 ms.div^{-1}**.

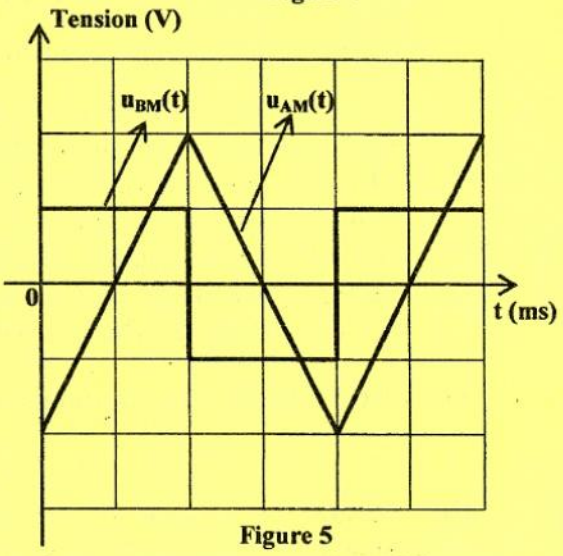


Figure 5

A l'aide des chronogrammes de la Figure **5** :

b_1- préciser la valeur de la période $\mathbf{T_2}$ de la tension délivrée par le générateur **G** ;

b_2- déterminer les valeurs de $\mathbf{u_{MB}}$ et $\dfrac{du_{AM}}{dt}$ sur l'intervalle des temps $\left[0, \dfrac{T_2}{2}\right]$. En déduire alors la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

II- Deuxième méthode

On réalise le circuit électrique de la Figure **6** qui comporte, associés en série le résistor de résistance **R**, la bobine d'inductance **L**, le condensateur de capacité **C**, l'interrupteur **K** et le générateur **G** délivrant dans ce cas une tension alternative sinusoïdale de fréquence **N** réglable et d'amplitude $\mathbf{U_m}$ constante.

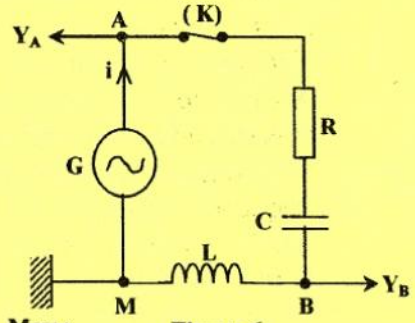


Figure 6

On ferme l'interrupteur **K** et à l'aide de l'oscilloscope, on visualise simultanément la tension $\mathbf{u_{AM}(t)}$ aux bornes du générateur **G** sur la voie $\mathbf{Y_A}$ et la tension $\mathbf{u_{BM}(t)}$ aux bornes de la bobine sur la voie $\mathbf{Y_B}$. Pour une fréquence $\mathbf{N_3 = 159\ Hz}$ de la tension délivrée par le générateur **G** et avec un réglage convenable, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure **7** avec :

-sensibilité verticale de la voie $\mathbf{Y_A}$: **2 V.div^{-1}** ;

-sensibilité verticale de la voie $\mathbf{Y_B}$: **3 V.div^{-1}**.

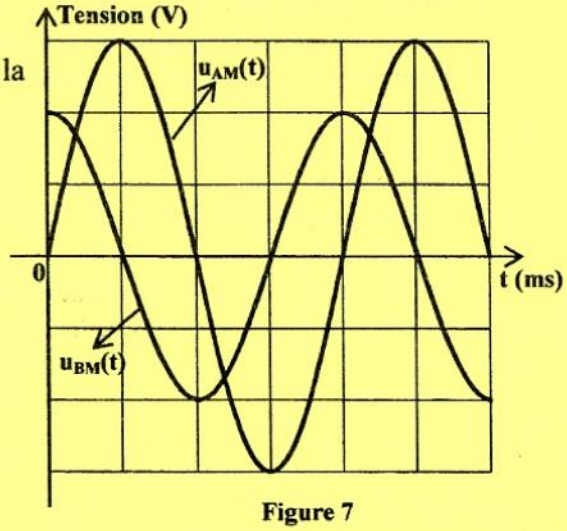


Figure 7

1- En exploitant les chronogrammes de la Figure **7** :

a) déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{AM} - \varphi_{BM}$ de la tension $\mathbf{u_{AM}(t)}$ par rapport à la tension $\mathbf{u_{BM}(t)}$;

b) déduire que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité ;

c) déterminer l'intensité maximale $\mathbf{I_{m0}}$ du courant dans le circuit ;

d) retrouver la valeur de l'inductance **L** de la bobine.

2- Retrouver la valeur de la capacité **C** du condensateur.

Exercice 2 : (3,5 points)

L'iode **131** ($^{131}_{53}I$) se désintègre spontanément en un noyau de xénon ($^{A}_{Z}Xe$) avec émission d'un électron. Sa période radioactive est **T = 8 jours**.

1- a) Préciser si la radioactivité est de type α, β^+ ou β^-. Justifier la réponse.

b) En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer les valeurs de **Z** et **A**.

c) En réalité, cette désintégration est accompagnée de l'émission d'un photon. Expliquer l'origine de ce photon.

2- Un échantillon d'iode **131** contient N_0 noyaux de ce radioélément à l'instant **t = 0**. A un instant de date **t**, le nombre de noyaux non désintégrés est **N(t)**.

a) Rappeler la loi de décroissance radioactive en faisant intervenir N_0 et la constante radioactive λ.

b) Définir la période radioactive **T**.

c) Sachant que l'activité instantanée **A(t)** d'un échantillon de noyaux radioactifs est $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$,

c_1- établir l'expression de **A(t)** en fonction de λ, **No** et **t** ;

c_2- exprimer l'activité A_0 de l'échantillon à l'origine des temps, en fonction de N_0 et de **T**.

d) On considère un échantillon d'iode **131** de masse $m_0 = 1$ **µg** et d'activité A_0 à l'instant $t_0 = 0$, pris comme origine des temps. Cette activité devient A_1 à un instant $t_1 = 24$ **jours**.

d_1- Calculer le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon d'iode ; sachant que la masse d'un atome d'iode **131** est égale à $2{,}17.10^{-25}$ **kg**.

d_2 - Calculer les activités A_0 et A_1.

Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 pts)

Les atomes ont-ils des couleurs ?

Oui, puisque les atomes peuvent absorber ou émettre de la lumière à certaines longueurs d'onde caractéristiques. L'interaction avec la lumière visible concerne surtout les électrons de l'atome. De par leurs propriétés ondulatoires, les électrons se répartissent dans un atome sur des niveaux d'énergie bien distincts, parfois appelés couches électroniques. Ces niveaux d'énergie se calculent avec précision grâce aux lois de la physique quantique, et sont spécifiques de l'élément considéré. Un électron peut passer à un niveau d'énergie supérieur en absorbant un photon de lumière, qui apporte l'énergie requise. Inversement, l'électron peut se désexciter et tomber vers un niveau plus bas en émettant un photon d'énergie donc de fréquence appropriée. C'est cette structure en niveaux d'énergie discrets qui explique les spectres d'émission ou d'absorption des atomes. Lorsque les écarts entre niveaux d'énergie électroniques sont de l'ordre de l'électronvolt, ce qui est souvent le cas, la lumière émise ou absorbée appartient au domaine visible. L'étude des spectres atomiques rend d'immenses services. En astrophysique par exemple : c'est en analysant le spectre d'un astre qu'on détermine les éléments qu'il contient, sa température, sa vitesse de déplacement, etc. Grâce à la très grande précision avec laquelle on sait mesurer la fréquence des rayonnements émis par les atomes, la spectroscopie est aussi à la base des horloges atomiques, instruments qui servent notamment d'étalons de temps.

Maurice Mashaal - La recherche (mensuel n°299 daté juin 1997 à la page 86)

Questions

1- Prouver, d'après le texte, que les atomes ont des couleurs.

2- Comment un électron peut-il passer d'un niveau d'énergie à un autre ?

3-Préciser dans quelle condition la lumière émise ou absorbée par l'atome appartient au domaine visible.

4- Citer deux applications de la spectroscopie.

Épreuve : sciences physiques
Section : sciences expérimentales
Page à remplir et à remettre avec la copie

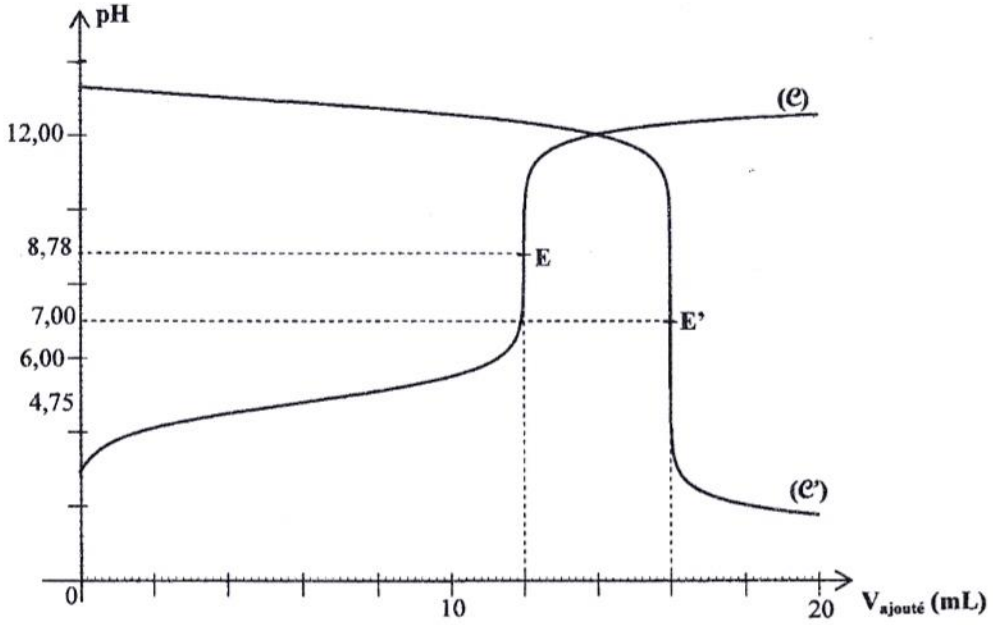
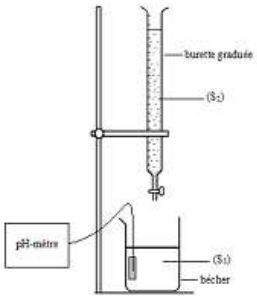


Figure 1

Chimie :

Exercice 1

Eléments de réponse
1- 
2- Pour la courbe (𝒞'), le pH du mélange réactionnel diminue, par suite le bécher contient initialement la solution basique (S_3), ce qui correspond à l'expérience 1, ainsi la courbe (𝒞) correspond à l'expérience 2.
3- L'équivalence acido-basique est l'état d'un mélange obtenu lorsque les quantités de matière d'acide et de base sont dans les proportions stœchiométriques.
4- a) - Première expérience : E' ($V_{E'}$ = 16 mL ; $pH_{E'}$ = 7), mélange neutre. - Deuxième expérience : E (V_E = 12 mL ; pH_E = 8,78), mélange basique.
b) - Pour l'**expérience 1**, l'équivalence acido-basique est caractérisée par: $C_3V_3 = C_1V_{E'}$, par suite : $C_1 = \frac{C_3V_3}{V_{E'}} = \frac{0,2.10\,mL}{16\,mL} = 0,125\,mol.L^{-1}$. - Pour l'**expérience 2**, l'équivalence acido-basique est caractérisée par: $C_2V_2 = C_3V_E$, par suite : $C_2 = \frac{C_3V_E}{V_2} = \frac{0,2.12\,mL}{24\,mL} = 0,1\,mol.L^{-1}$.
c) La courbe (𝒞') présente un seul point d'inflexion or, la base utilisée dans l'expérience correspondante est forte, par suite A_2H est un acide fort. La courbe (𝒞) a deux points d'inflexion, la base utilisée est toujours forte, ainsi A_1H est un acide faible.
5-On a $pK_a = pH_{E/2}$ (pour $V_{ajouté} = V_{E/2}$ = 6 mL) = 4,75.

Exercice 2

Eléments de réponse
1- L'équation de la réaction associée à **P1** : $Ni + Co^{2+} \rightleftarrows Ni^{2+} + Co$
2- a) La transformation ayant lieu dans le compartiment de gauche est : $Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$ La transformation ayant lieu dans le compartiment de droite de P_1 est : $Co \rightarrow Co^{2+} + 2e^-$ Donc l'équation de la réaction spontanée s'écrit : $Ni^{2+} + Co \rightarrow Ni + Co^{2+}$
b) La réaction spontanée se produit dans le sens inverse de l'équation associée ainsi la fem de P_1 est négative ($E_i < 0$).

3- $E_i = E^0_{Co^{2+}/Co} - E^0_{Ni^{2+}/Ni} - 0{,}03\log\frac{C_1}{C_2} = E^0 - 0{,}03\log\frac{C_1}{C_2}$

4- a) $E_0 = E_1 + 0{,}03\log\frac{C_1}{C_2}$ or $E_1 = -0{,}05$ V ; $C_1 = 1$ mol.L^{-1} et $C_2 = 0{,}1$ mol.L^{-1} donc $E_0 = -0{,}02$ V. A l'équilibre E = 0 d'où $E_0 - 0{,}03\log K = 0$ ainsi $K = 10^{\frac{E_0}{0{,}03}}$ or $E_0 = -0{,}02$ V par suite K = 0,215

b)

On a

Equation chimique		$Ni + Co^{2+} \rightleftarrows Ni^{2+} + Co$
Etat du système	Avancement volumique	
Etat initial	0	C_2 C_1
Etat d'équilibre	$y_{éq}$	$C_2' = C_2 + y_{éq}$ $C_1' = C_1 - y_{éq}$

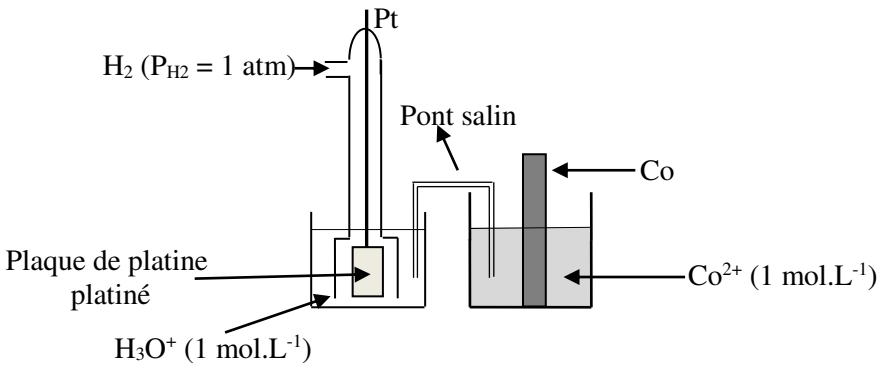
$$K = \frac{[Ni^{2+}]_{éq}}{[Co^{2+}]_{éq}} = \frac{C_1 - y_{éq}}{C_2 + y_{éq}} \text{ d'où } y_{éq} = \frac{C_1 - KC_2}{K+1} = 0{,}81$$

Donc $y_{éq} = 0{,}81$ mol.L^{-1} d'où
$C_1' = C_1 - y_{éq} = 0{,}19$ mol.L^{-1} et
$C_2' = C_2 + y_{éq} = 0{,}91$ mol.L^{-1}

c) **c_1-** L'ajout d'une petite quantité de sulfate de cobalt dans le compartiment de droite à volume constant fait augmenter la concentration des ions Co^{2+} or et d'après la loi de modération, l'équilibre précédent se déplace dans le sens qui fait diminuer la concentration de cette espèce, ce qui correspond au sens direct de l'équation associée.

c_2- Le sens direct correspond à E › 0 ainsi Co est le pôle positif de la pile et Ni son pôle négatif.

5- a)



b) Le potentiel standard d'électrode d'un couple Ox/Red est par définition la fem de la pile constituée par l'électrode normale à hydrogène, placée à gauche et la demi pile mettant le couple Ox/Red dans les conditions standard, placée à droite.

c) On a : $E^0_{Co^{2+}/Co} = E_2 = -0{,}28$ V

On a $E_0 = E^0_{Co^{2+}/Co} - E^0_{Ni^{2+}/Ni}$ d'où $E^0_{Ni^{2+}/Ni} = E^0_{Co^{2+}/Co} - E_0$ or $E^0_{Co^{2+}/Co} = -0{,}28$ V et $E_0 = -0{,}02$ V

donc $E^0_{Ni^{2+}/Ni} = -0{,}26$ V

Physique

Exercice 1

Eléments de réponse
I-1- a) $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ ainsi pour $t = \tau$, $u_C(\tau) = E(1 - e^{-1}) = 0{,}63.E$
b) b_1- On a E = 8 V
b_2- Pour $t = \tau$ on a $u_c = u_{BM} = 0{,}63.E = 5$ V ainsi $\tau = 1$ ms. $\tau = RC$ par suite $C = \frac{\tau}{R}$ or $\tau = 1$ ms et R = 100 Ω donc $C = 10^{-5}$ F
b_3- $\frac{T_1}{2} = 5\,\text{ms}$ d'où $T_1 = 10$ ms . On a $\tau = 1$ ms d'où $T = 10\tau = T_1$ ainsi la condition pour que le condensateur puisse atteindre sa charge maximale est vérifiée donc le choix de T_1 est convenable.
2- a) $u_{MB}(t) = L\frac{di(t)}{dt}$ or $i(t) = \frac{u_{AM}(t)}{R}$ par suite $u_{MB}(t) = \frac{L}{R}.\frac{du_{AM}(t)}{dt}$
b) b_1- $T_2 = 16$ ms.
b_2- sur l'intervalle des temps $\left[0, \frac{T_2}{2}\right]$: $u_{MB} = 500$ mV ; $\frac{du_{AM}}{dt} = \frac{4}{8.10^{-3}} = 500\ \text{V.s}^{-1}$ donc $L = R.\frac{u_{MB}}{\frac{du_{AM}}{dt}} = 100.\frac{0{,}5}{500} = 0{,}1\,\text{H}$
II-1- a) $\varphi_{AM} - \varphi_{BM} = -w\Delta t = -\frac{2\pi}{T}.\frac{T}{4} = -\frac{\pi}{2}\text{rad}$
b) $\varphi_u - \varphi_i = (\varphi_{AM} - \varphi_{BM}) + (\varphi_{BM} - \varphi_i)$ or $\varphi_{AM} - \varphi_{BM} = -\frac{\pi}{2}\text{rad}$ et $\varphi_{BM} - \varphi_i = \frac{\pi}{2}\text{rad}$ du fait que $u_{BM}(t) = L\frac{di(t)}{dt}$ donc $\varphi_u - \varphi_i = 0$ d'où la tension délivrée par G est en phase avec l'intensité du courant dans le circuit donc ce dernier est le siège d'une résonnance d'intensité.
c) $I_{m_0} = \frac{U_m}{R} = \frac{U_{m\,AM}}{R}$ or $U_{m_{AM0}} = 6\,\text{V}$; R = 100 Ω donc $I_{m_0} = 6.10^{-2}\,\text{A}$
d) $U_{m_{BM_0}} = Z_b.I_{m_0}$ or $Z_b = Lw_3 = 2\pi LN_3$ d'où $L = \frac{U_{m\,BM_0}}{2\pi N_3}$ or $U_{m_{BM_0}} = 6\,\text{V}$ et $N_3 = 159$ Hz donc L = 0,1 H
2- A la résonnance d'intensité $LC\omega_3^2 = 1$ d'où $4\pi^2 LCN_3^2 = 1$ par suite $C = \frac{1}{4\pi^2 LN_3^2}$ or $N_3 = 159$ Hz et L = 0,1 H donc $C = 10^{-5}$ F

Exercice 2

Eléments de réponse
1- a) Il s'agit de la radioactivité béta moins car il y a émission d'un électron.
b) On applique les lois de conservation du nombre de masse et du nombre de charge à savoir 131 = A + 0 ainsi A = 131 et 53 = Z – 1 ainsi Z = 54.

c) Le photon émis est du à la désexcitation du noyau de Xénon formé dans un état excité.
2- a) $N = N_0 e^{-\lambda t}$
b) La période radioactive d'une substance radioactive est la durée T au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans un échantillon de cette substance est réduit de moitié.
c) c_1- $A = -\frac{dN}{dt}$ or $N = N_0 e^{-\lambda t}$ d'où $A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$
c_2- Pour t = 0, on a $A = A_0 = \lambda N_0$ or $\lambda = \frac{Log2}{T}$ ainsi $A_0 = N_0 \frac{Log2}{T}$
d) d_1- $N_0 = \frac{m_0}{m_{atome\ d'iode\ 131}}$ or $m_0 = 1\ \mu g = 10^{-6}$ g et $m_{atome\ d'iode\ 131} = 2{,}17.10^{-22}$ g donc $N_0 = 4{,}6.10^{15}$ noyaux d_2- $A_0 = N_0 \frac{Log2}{T}$ or $N_0 = 4{,}6.10^{15}$; T = 8.24.3600 s donc $A_0 = 4{,}6.10^9$ Bq $A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1}$ or t_1 = 24 jours = 3T donc $A_1 = \frac{A_0}{8} = 5{,}75.10^8$ Bq

Exercice 3

Eléments de réponse
1- Les atomes ont des couleurs car ils peuvent absorber ou émettre de la lumière à certaines longueurs d'onde caractéristiques
2- Un électron peut passer d'un niveau d'énergie à un niveau d'énergie supérieur en absorbant un photon de lumière, qui apporte l'énergie requise. Inversement, l'électron peut se désexciter et tomber vers un niveau plus bas en émettant un photon d'énergie donc de fréquence appropriée
3- La lumière émise ou absorbée par l'atome appartient au domaine visible lorsque les écarts entre niveaux d'énergie électroniques sont de l'ordre de l'électronvolt.
4- En astrophysique : l'analyse du spectre d'un astre nous permet de déterminer les éléments qu'il contient, sa température, sa vitesse de déplacement, etc. Grâce à la très grande précision avec laquelle on sait mesurer la fréquence des rayonnements émis par les atomes, la spectroscopie est aussi à la base des horloges atomiques, instruments qui servent notamment d'étalons de temps.

La correction a été élaborée par Hedi KHALED

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ***** EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Épreuve : **Sciences physiques**	
	Section : **Sciences expérimentales**	
	Durée : **3 h**	Coefficient : **4**
SESSION **2016**	**Session de contrôle**	

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5
La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie

Chimie (9 points)

Exercice 1 : (5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, on suit l'évolution du **pH** du mélange réactionnel lors de l'ajout d'un volume V_B d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium **NaOH** de concentration $C_B = 0{,}02\ mol.L^{-1}$, à un volume $V_A = 20\ mL$ d'une solution **S** d'acide éthanoïque CH_3COOH de concentration $C_A = 0{,}01\ mol.L^{-1}$ et de pH initial pH_0. On porte, dans le tableau ci-dessous, les résultats des mesures relatifs à sept points **H, I, J, K, L, M** et **N** de la courbe $pH = f(V_B)$.

Point	H	I	J	K	L	M	N
V_B (mL)	0	2	5	8	10	12	14
pH	3,4	4,2	4,8	5,4	8,3	11,1	11,5

1- Préciser la valeur de pH_0 et en déduire que l'acide éthanoïque est un acide faible.

2- a) Définir l'équivalence acido-basique.

b) Préciser, en le justifiant, le point correspondant au point d'équivalence ainsi que celui correspondant au point de demi-équivalence parmi ceux figurant dans le tableau précédent.

c) En déduire la valeur du pK_a du couple acide/base correspondant à l'acide éthanoïque.

3- a) Ecrire l'équation de la réaction du dosage de l'acide éthanoïque par l'hydroxyde de sodium et montrer qu'elle est totale.

b) Justifier le caractère basique au point d'équivalence.

4- Pour permettre une bonne immersion de l'électrode combinée du pH-mètre dans le mélange réactionnel, on ajoute un volume V_e d'eau distillée au volume $V_A = 20\ mL$ de la solution **S** précédente et on refait le dosage avec la même solution d'hydroxyde de sodium.

Le **pH** initial du mélange réactionnel vaut dans ce cas: $pH'_0 = 3{,}7$.

On suppose que l'acide éthanoïque de concentration C_A demeure faible et que son **pH** vérifie la relation : $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A)$.

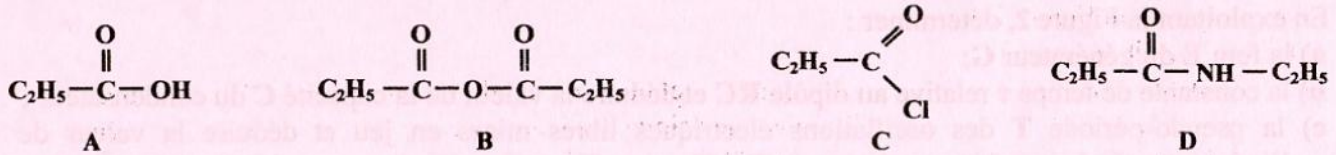
a) Montrer que : $V_e = \alpha V_A$; où α est une constante que l'on exprimera en fonction de pH_0 et pH'_0. Calculer alors V_e.

b) Préciser, en le justifiant et sans faire de calcul, si à la suite de cette dilution, les grandeurs suivantes restent inchangées ou subissent une augmentation ou une diminution :

- le volume de la base ajoutée pour atteindre l'équivalence ;
- le pH à la demi-équivalence ;
- le pH à l'équivalence.

Exercice 2: (4 points)

Soient les composés organiques **A, B, C** et **D** dont les formules semi-développées sont les suivantes:



1- Préciser la fonction chimique de chacun des composés **A, B, C** et **D** et nommer le composé **D**.

2- On désire préparer le composé **B**, à partir de deux composés parmi ceux donnés précédemment.

a) Identifier les deux composés concernés.

b) Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondante.

3- Le composé **D** est obtenu par action d'un excès d'une amine **R-NH$_2$** sur le composé **C**.

a) Préciser la formule semi-développée de l'amine utilisée dans cette réaction.

b) Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique correspondante.

c) La même amine **R-NH$_2$** réagit avec l'un des composés **A** ou **B** pour donner le composé **D**.

c_1- Identifier le composé utilisé.

c_2- Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondante.

Physique : (11 points)

Exercice 1 : (5,25 points)

On dispose des dipôles électriques suivants :

- un résistor de résistance **R = 270 Ω** ;
- un condensateur de capacité **C** ;
- une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** ;
- un commutateur **K** à deux positions;
- un générateur **G**, supposé idéal de force électromotrice **E**.

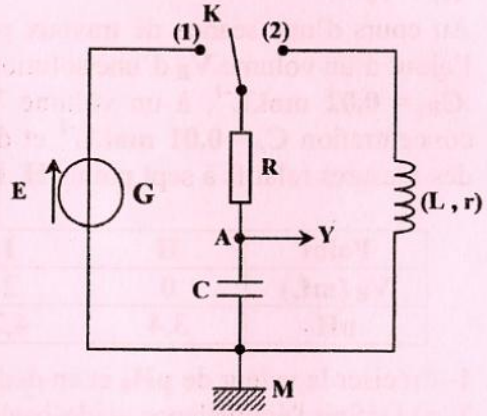


Figure 1

Partie I

A l'aide du circuit de la Figure **1**, constitué par l'association du condensateur initialement déchargé, du résistor, du commutateur **K**, du générateur **G** et de la bobine, on réalise les deux expériences suivantes :

- **expérience 1** : on place le commutateur **K** sur la position **1**;
- **expérience 2** : lorsque le condensateur est totalement chargé, on bascule le commutateur à la position **2**.

Un dispositif approprié d'acquisition de données permet de suivre l'évolution de la tension u_{AM} aux bornes du condensateur au cours du temps et de tracer la courbe correspondante. La fermeture du circuit dans chaque expérience déclenche l'acquisition des mesures à l'instant **t = 0**. On obtient alors les chronogrammes (**a**) et (**b**) de la Figure **2**. Sur le chronogramme (**a**), on a tracé la tangente (Δ_0) à la courbe $u_{AM} = f(t)$ au point d'abscisse **t = 0**.

1- Pour chacun des chronogrammes (**a**) et (**b**), préciser l'expérience correspondante et indiquer le phénomène physique mis en évidence parmi la liste suivante : résonance d'intensité électrique, charge d'un condensateur, oscillations électriques forcées, oscillations électriques libres amorties.

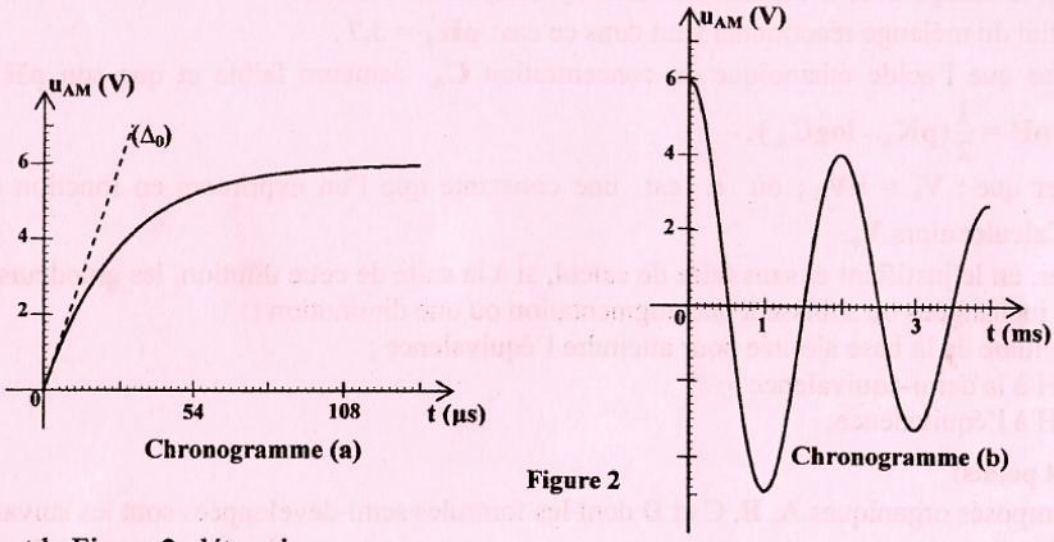


Figure 2

2- En exploitant la Figure **2**, déterminer :

a) la fem **E** du générateur **G**;

b) la constante de temps **τ** relative au dipôle **RC** et déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur ;

c) la pseudo-période **T** des oscillations électriques libres mises en jeu et déduire la valeur de l'inductance **L** de la bobine, sachant que $T \approx T_0$; avec T_0 est la période propre du circuit et $\pi^2 \approx 10$.

d) la valeur de l'énergie électrique totale du circuit dans la deuxième expérience en $t_0 = 0$ et $t_1 = T$. Déduire l'énergie dissipée par effet Joule entre ces deux instants.

Partie II

On réalise maintenant le circuit de la Figure **3**, constitué par l'association en série, de la bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, du résistor de résistance **R**, de l'interrupteur **K'** et du générateur **G** de fem **E = 6 V**. Le sens du courant **i** est indiqué sur le schéma du circuit.

Les résultats de l'acquisition de la tension $u_b(t) = u_{HM}(t)$ aux bornes de la bobine au cours du temps permettent d'obtenir le chronogramme de la Figure **4**.

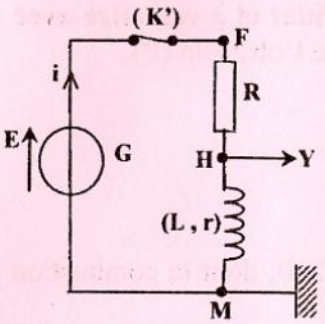


Figure 3

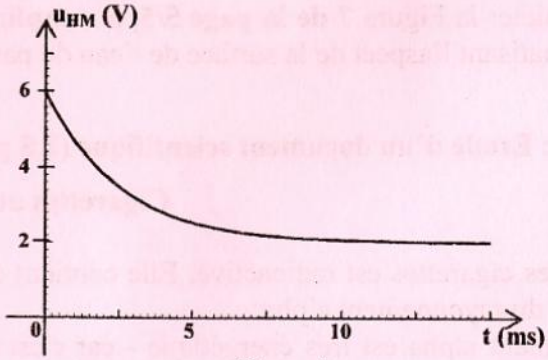


Figure 4

1- Nommer le phénomène qui se manifeste dans la bobine à la fermeture de l'interrupteur **K'**.

2- a) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_R(t) = u_{FH}(t)$ aux bornes du résistor s'écrit : $\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L}.u_R = \frac{RE}{L}$.

b) Déterminer l'expression de la tension U_{R0} aux bornes du résistor lorsque le régime permanent s'établit, en fonction de **E**, **r** et **R**.

c) Déduire qu'en régime permanent, la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine est : $U_{b0} = \frac{rE}{R+r}$.

3- En exploitant le chronogramme de la figure **4**:

a) déterminer les valeurs U_{R0} et U_{b0} des tensions respectivement aux bornes du résistor et de la bobine lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit ;

b) déduire la valeur de la résistance **r** de la bobine.

Exercice 2 : (3,25 points)

Un vibreur, muni d'une pointe fine, provoque des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude **a** et de fréquence **N** en un point **S** de la surface d'une nappe d'eau initialement au repos contenue dans une cuve à ondes. Les bords de la cuve sont tapissés avec de la mousse. Des ondes entretenues de forme circulaire se propagent à la surface de l'eau avec la célérité **v**. On néglige l'amortissement des ondes.

A l'instant **t = 0**, le point **S** débute son mouvement en partant de l'état de repos.

1- a) Indiquer pourquoi les bords de la cuve à ondes sont tapissés avec de la mousse.

b) Préciser, en le justifiant, si l'onde à la surface de l'eau est transversale ou longitudinale.

2- On considère deux points **A** et **B** de la surface de l'eau, situés sur un même rayon **Sx**, comme l'indique la Figure **5**.

Les courbes d'évolution au cours du temps des élongations $y_A(t)$ et $y_B(t)$ respectivement des points **A** et **B** sont données par la Figure **6**. On donne **AB = 6 mm**.

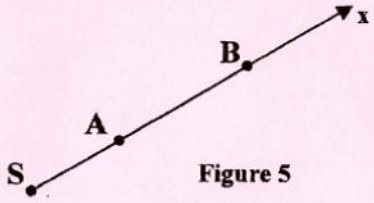


Figure 5

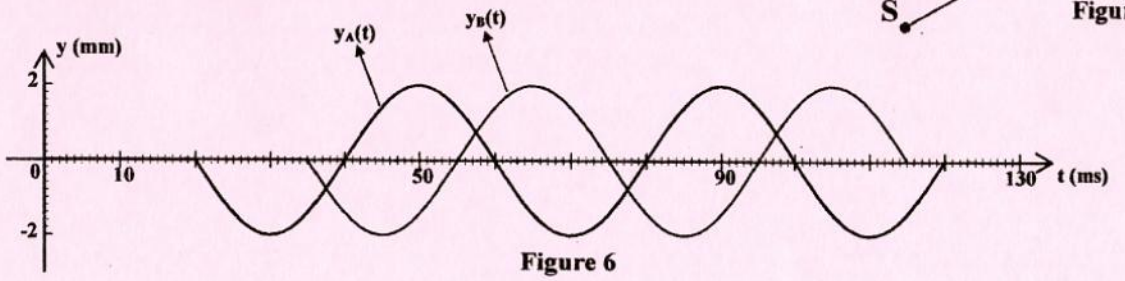


Figure 6

a) En exploitant la Figure 6, déterminer:
- la fréquence **N** ;
- la durée Δt qui sépare les dates de passage de l'onde par les deux points **A** et **B**.

b) Calculer la célérité **v** de l'onde à la surface de l'eau. En déduire la longueur d'onde λ.

3- On remplace la pointe précédente par une réglette (**R**). Parallèlement à (**R**) et à une certaine distance, on place un obstacle (**P**) présentant une fente (**F**) dont la largeur **L** est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde λ, comme le montre la Figure 7 de la page **5/5**.
On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope de fréquence $N_e = N$.

a) Nommer le phénomène qui a lieu au niveau de la fente (**F**).

b) Compléter la Figure 7 **de la page 5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie**, en schématisant l'aspect de la surface de l'eau de part et d'autre de l'obstacle (**P**).

Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 points)

Cigarettes atomiques

La fumée des cigarettes est radioactive. Elle contient du polonium 210, dont la combustion produit tout simplement du rayonnement alpha.
Le rayonnement alpha est très énergétique - car c'est un rayonnement corpusculaire, à la différence du rayonnement gamma, qui est électromagnétique et ses particules sont 7500 fois plus lourdes que celles du rayonnement bêta. Elles sont moins pénétrantes, mais beaucoup plus ionisantes et l'on sait que les organes les plus touchés par le polonium 210 sont la rate, les poumons et le côlon.
Le polonium 210 est un émetteur de radiations alpha si instable et dangereux qu'il est un des rares à n'avoir jamais été utilisé en médecine. Il provoque des cancers du poumon par inhalation : il se dépose aux embranchements des bronches où il provoque le processus de cancérisation.
Mais d'où vient ce polonium ? Selon les Drs Thomas Winters et Joseph di Franza, de l'université du Massachusetts, il proviendrait d'engrais phosphatés utilisés dans la culture du tabac. Ce fut d'ailleurs l'une des hypothèses les plus sérieuses.

Extrait de *Sciences & Vie* n°775, 1982

Questions

1- Justifier, d'après le texte pourquoi la fumée des cigarettes est radioactive.
2- Citer les rayonnements radioactifs figurant dans le texte et préciser la nature de chacun d'eux.
3- En se référant au texte, comparer les propriétés des rayonnements alpha et béta.
4- Justifier pourquoi, le polonium 210 est qualifié parmi les rares éléments radioactifs à n'avoir jamais été utilisé en médecine.

Épreuve : sciences physiques (session de contrôle 2016)
Section : sciences expérimentales
Page à remplir et à remettre avec la copie

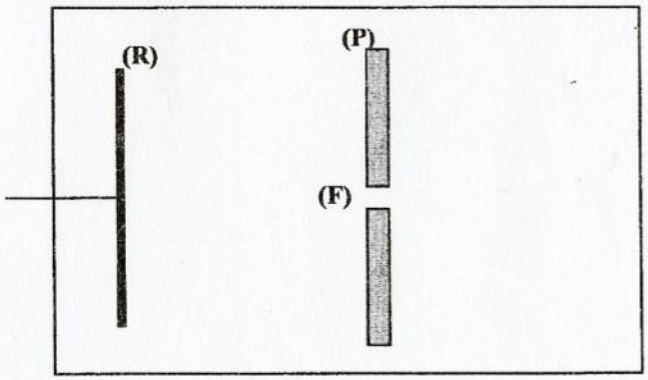


Figure 7

BAC 2016 Session de contrôle

Corrigé de l'épreuve des Sciences physiques Section : SC. Expérimentales

Chimie :

Exercice 1

Eléments de réponse
1- Le pH initial correspond à $V_E = 0$ par suite $pH_0 = 3,4$. $pH_0 = 3,4 > -\log C_A = 2$ d'où la concentration de $H_3O^+ < C_A$ ainsi la réaction d'ionisation de l'acide éthanoïque dans l'eau n'est pas totale, il s'agit alors d'un acide faible.
2- a) L'équivalence acido-basique est l'état d'un mélange obtenu lorsque les quantités de matière d'acide et de base sont dans les proportions stœchiométriques.
b) A l'équivalence acido-basique : $C_AV_A = C_BV_{BE}$ or $C_A = \frac{1}{2}C_B$ par suite $V_{BE} = \frac{1}{2}V_A = 10$ mL ainsi le point d'équivalence correspond au point **L**. La demi-équivalence acido-basique s'obtient pour $V_{BE_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2}V_{BE} = 5$ mL ce qui correspond au point **J** du tableau.
c) $pK_a = pH_{E_{\frac{1}{2}}}$ (pour $V_{BE_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2}V_{BE} = 5\text{ mL}) = 4,8$.
3- a) L'équation de la réaction de dosage: $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$ $K = \frac{[CH_3COO^-]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq}[OH^-]_{éq}} = \frac{[CH_3COO^-]_{éq}[H_3O^+]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq}[OH^-]_{éq}[H_3O^+]_{éq}} = \frac{K_a}{K_e}$ $K = \frac{K_a}{K_e} = \frac{10^{-pK_a}}{10^{-pK_e e}} = 10^{pK_e - pK_a}$ or $pK_e = 14$ et $pK_a = 4,8$ d'où $K = 10^{9,2}$ $K >> 10^4$ donc la réaction est totale.
b) A l'équivalence la totalité de l'acide CH_3COOH est transformée en base conjuguée CH_3COO^- qui est une base faible d'où le caractère basique du mélange obtenu à l'équivalence.
4- a) $pH_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A)$ et $pH'_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C'_A)$ ainsi $pH'_0 - pH_0 = \frac{1}{2}\log\frac{C_A}{C'_A}$ or $\frac{C_A}{C'_A} = \frac{V_A + V_e}{V_A} = 1 + \alpha$ par suite $\log(1+\alpha) = 2(pH'_0 - pH_0)$ donc $\alpha = 10^{2(pH'_0 - pH_0)} - 1$ il vient $V_e = V_A(-1 + 10^{2(pH'_0 - pH_0)})$ or $pH'_0 = 3,7$ et $pH_0 = 3,4$ ainsi $V_e \approx 60$ mL.
b) - A l'équivalence : Avant dilution : $C_AV_A = C_BV_{BE}$ Après dilution : $C_A'V_A' = C_BV'_{BE}$ Au cours de la dilution, le nombre de moles de l'acide ne change pas d'où $C_AV_A = C_A'V_A'$ ainsi $V_{BE} = V_{BE'}$ donc le volume de la base ajoutée pour atteindre l'équivalence reste inchangé au cours de la dilution. - A la demi-équivalence, $pH = pK_a$ = cte ainsi ce pH reste inchangé. - Le pH à l'équivalence est celui d'une solution basique plus diluée (de concentration plus petite que celle avant dilution) ainsi ce pH subit une diminution.

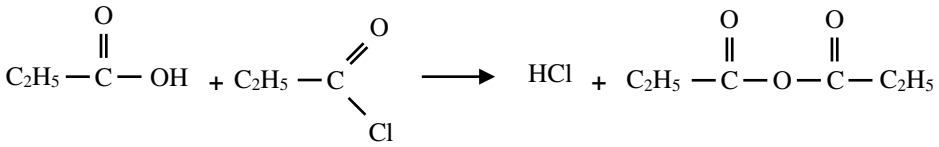
Exercice 2

Eléments de réponse

1- A : acide carboxylique; B : anhydride d'acide ; C : chlorure d'acyle ; D : (amide) N-éthylpropanamide

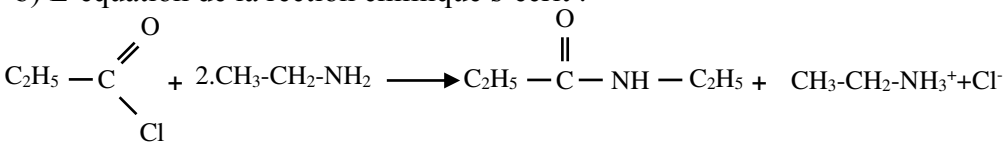
2-a) Les deux composés concernés sont : A et C.

b)



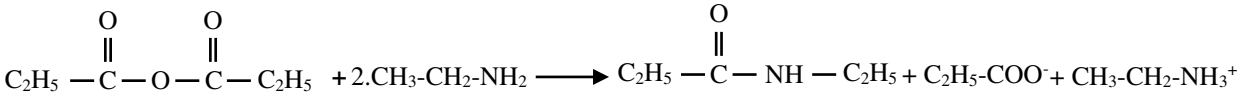
3- a) L'amide D est obtenu par action d'une amine primaire R-NH_2 sur le chlorure de propanoyle d'où l'amine concernée est CH_3-CH_2-NH_2.

b) L'équation de la réction chimique s'écrit :



c) c_1- Le composé D peut être obtenu à partir de l'action d'une amine sur l'anhydride d'acide. Donc le composé utilisé est B.

c_2- L'équation de la réction chimique s'écrit :



Physique :

Exercice 1

Eléments de réponse

1-

Expérience	1	2
Chronogramme	(b)	(a)
Phénomène	Charge du condensateur	Oscillations électriques libres amorties

2- a) Graphiquement E = 6 V

b) $\tau = 27\ \mu s = 27.10^{-6}$ s. $\tau = RC$ par suite $C = \frac{\tau}{R}$ or $\tau = 27.10^{-6}$ s et R = 270 Ω donc C = 0,1 μF.

c) D'après le chronogramme (a), on a T = 2 ms. $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ d'où $L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$ or $T = 2.10^{-3}$s ; $C = 10^{-5}$ F donc L = 1 H.

d) $E(t) = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$

- A $t_1 = 0$, on a $i(0) = 0$ et $u_C(0) = E = 6$ V donc $E(t_1) = \frac{1}{2}CE^2 = 18.10^{-7}$ J .
- A $t_2 = T$, on a $i(T) = 0$ et $u_C(T) = 4$ V donc $E(t_2) = 8.10^{-7}$ J .

- On a $\Delta E = E(t_2) - E(t_1) = -10^{-6}$ J ainsi l'énergie dissipée par effet Joule vaut 10^{-6} J.

Partie II

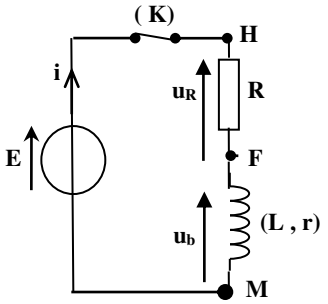
1- Phénomène d'auto-induction.

2- a) La loi des mailles s'écrit :

$$u_b + u_R - E = 0 \text{ par suite } L\frac{di}{dt} + ri + u_R = E$$

$$\text{or } i = \frac{u_R}{R} \text{ d'où } \frac{L}{R}\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{R}u_R = E$$

$$\text{ainsi } \frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L}u_R = \frac{RE}{L}$$



b) On a : $\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L}u_R = \frac{RE}{L}$ En régime permanant $u_R = Cte = U_{R0}$ donc $U_{R0} = \frac{RE}{R+r}$

c) On a $u_b = E - u_R$ ainsi la tension aux bornes de la bobine en régime permanent est U_{b0} telle que

$$U_{b0} = E - U_{R0} = E - \frac{RE}{R+r} = \frac{rE}{R+r}$$

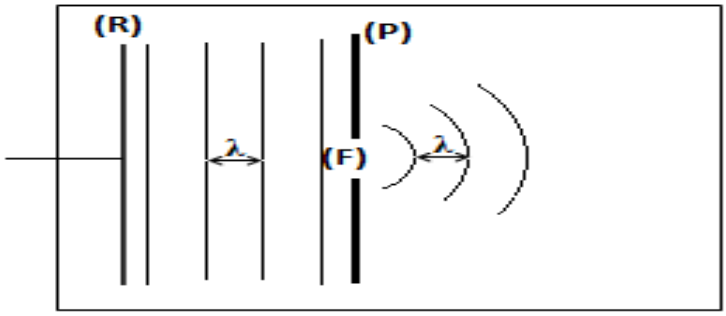
3- a) D'après le chronogramme de la figure 4, on a $U_{b0} = 2$ V ainsi $U_{R0} = 4$ V.

b) $U_{R0} = \frac{RE}{R+r}$ d'où $r = R(\frac{E}{U_{R0}} - 1) = \frac{R}{2}$ or $R = 270\ \Omega$ donc $r = 135\ \Omega$

Exercice 2

Eléments de réponse	Points	Critères
1- a) Les bords de la cuve sont tapissés avec de la mousse pour empêcher le phénomène de la réflexion des ondes.		
b) Il s'agit d'une onde transversale car la direction de propagation est perpendiculaire à celle des oscillations imposées par le vibreur.		
2- a) On a $N = \frac{1}{T}$ or $T = 0{,}04$ s donc $N = 25$ Hz		
On a $\Delta t = \theta_B - \theta_A = 35 - 20 = 15$ ms $= 15.10^{-3}$ s.		
b) On a: $v = \frac{AB}{\Delta t}$ or $AB = 6$ mm et $\Delta t = 15$ ms donc $v = 0{,}4$ m.s^{-1}. $\lambda = vT = \frac{v}{N}$ or $v = 0{,}4$ m.s^{-1} et $N = 25$ Hz donc $\lambda = 16.10^{-3}$ m $= 16$ mm.		
3- a) Il se produit le phénomène de diffraction des ondes.		

b) La longueur d'onde est la même de part et d'autre de l'obstacle (P).



Exercice 3

Eléments de réponse	Points	Critères
1- La fumée des cigarettes est radioactive car elle renferme le polonium 210 (radioélément).		
2- alpha (rayonnement corpusculaire), bêta (rayonnement corpusculaire), gamma (rayonnement électromagnétique).		
3- Le rayonnement alpha est plus lourd, moins pénétrant et plus ionisant que le rayonnement bêta.		
4- Le polonium 210 est qualifié parmi les rares éléments radioactifs à n'avoir jamais été utilisé en médecine car il est émetteur de radiations alpha qui sont dangereuses et provoquent des cancers du poumon par inhalation.		

Correction élaborée par M.HEDI KHALED

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ◇◇◇◇ **EXAMEN DU BACCALAUREAT** SESSION **2015**	Epreuve : **SCIENCES PHYSIQUES** Durée : 3 H Coefficient : 4
Section : Sciences expérimentales	**Session principale**

Le sujet comporte 05 pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5.

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à rendre avec sa copie.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.
Une monobase **B** est considérée faiblement ionisée dans l'eau, si le taux d'avancement final τ_f de sa réaction avec l'eau est inférieur ou égal à 5.10^{-2}.

I- On prépare une solution aqueuse (S_1) d'ammoniac NH_3, de concentration initiale $C_1 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ et de $pH_1 = 10,6$.

1- a- Montrer que NH_3 est une base faible ; écrire l'équation de sa réaction dans l'eau.

b- Calculer τ_f en précisant chaque approximation utilisée.

2- Etablir l'expression de la constante d'acidité K_{a1} du couple NH_4^+ / NH_3 en fonction de K_e, C_1 et τ_f. Calculer sa valeur.

II- Un groupe d'élèves est chargé d'effectuer séparément le dosage d'un volume $V_b = 20\ mL$ de la solution (S_1) et d'un même volume d'une solution (S_2) d'éthanamine $C_2H_5NH_2$, de concentration $C_2 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ et de $pK_{a2} = 10,8$. L'éthanamine est considérée comme une base faible dans l'eau.
Pour ces deux dosages, on utilise la même solution aqueuse (S_A) d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) de concentration $C_a = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

1-a- Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit au cours du dosage de la solution (S_2) d'éthanamine.

b- Définir l'équivalence acido-basique et vérifier que le volume d'acide ajouté à l'équivalence, relatif à chacun de ces deux dosages, est égal à **20 mL**.

c- Reproduire et compléter, en le justifiant, le tableau suivant :

	Volume V_A(mL) de (S_A)	0	10
Dosage de (S_1)	pH du mélange ($S_1 + S_A$)	10,6	.....
Dosage de (S_2)	pH du mélange ($S_2 + S_A$)	.....	10,8

2- Comparer, en le justifiant, la force des deux bases : NH_3 et $C_2H_5NH_2$.

Exercice 2 (4,5 points)

On suppose que les volumes des deux solutions contenues dans les deux compartiments de la pile sont égaux et restent constants au cours de son fonctionnement.

A **25°C**, on réalise la pile électrochimique **(P)** formée par les deux couples redox Fe^{2+}/Fe et Cd^{2+}/Cd, dont le schéma est donné par la **figure 1** et telles que les concentrations $[Fe^{2+}] = C$ et $[Cd^{2+}] = C_0 = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$.

1 - a- Donner le symbole de la pile **(P)**.

b- Ecrire l'équation de la réaction associée à la pile **(P)**.

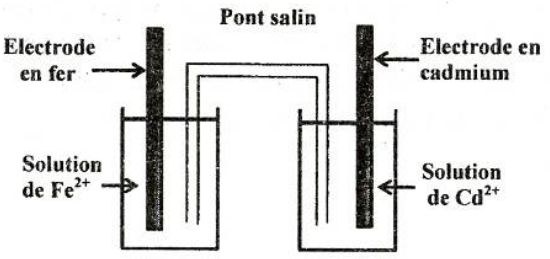


figure 1

2- On maintient la valeur de la concentration des ions Cd^{2+} constante et égale à 10^{-1} **mol.L**$^{-1}$.
Pour différentes valeurs de la concentration **C** en ions Fe^{2+}, on mesure à l'aide d'un voltmètre la fem initiale **E** de la pile **(P)** réalisée. Les valeurs de **E** sont consignées dans le tableau ci-contre :

Pile (P)	(P_1)	(P_2)	(P_3)	(P_4)
C (mol.L^{-1})	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
E (V)	0,01	0,04	....	0,10

a- Ecrire l'expression de la fem **E** de la pile en fonction des concentrations en ions Cd^{2+}, **C** et de la fem standard E° de la pile.

b- A partir du tableau, montrer que la valeur de la fem standard de la pile **(P)** est E° = **0,04 V**.

c- Comparer les pouvoirs réducteurs des couples redox mis en jeu.

3- Avec la pile (P_3), on réalise le circuit électrique comportant un ampèremètre **A**, un voltmètre **V**, un résistor **R** et deux interrupteurs K_1 et K_2 dont le schéma est donné par la **figure 2**.
On maintient la concentration des ions Cd^{2+} constante et égale à 10^{-1} **mol.L**$^{-1}$.

a- L'interrupteur K_2 étant ouvert, on ferme K_1 ; calculer la valeur de la fem initiale E_3 indiquée par le voltmètre et en déduire la polarité de la pile (P_3).

b- A l'instant **t = 0**, on ferme aussi K_2.

b_1- Préciser le sens de déplacement des électrons dans le circuit électrique extérieur à la pile.

b_2- Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément.

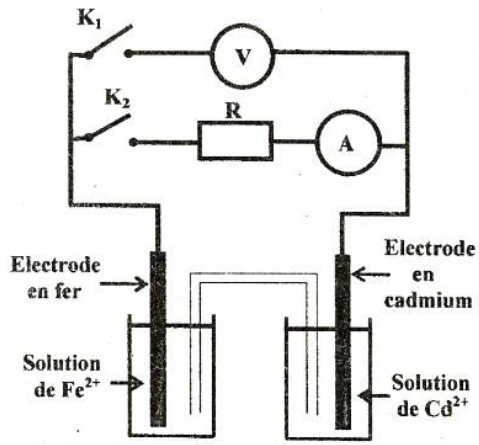


figure 2

4- Après une durée suffisante de fonctionnement de la pile (P_3), l'ampèremètre indique une intensité nulle. Les concentrations des ions Cd^{2+} et Fe^{2+} prennent, respectivement, les valeurs C_1 et C_2 et aucune des électrodes n'est complètement consommée.

a- Calculer la valeur de la constante d'équilibre **K** relative à l'équation chimique associée à la pile.

b- Calculer C_1 et C_2.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5,5 points)

Pour déterminer la résistance **r** et l'inductance **L** d'une bobine **B**, on réalise les expériences suivantes:

Expérience 1

Le circuit électrique de la **figure 3** comporte, montés en série :

- un générateur idéal de tension continue de fem **E = 10V**;
- la bobine **B** d'inductance **L** et de résistance **r** ;
- un ampèremètre **A** de résistance négligeable ;
- un interrupteur **K** et un résistor de résistance **R = 90 Ω**.

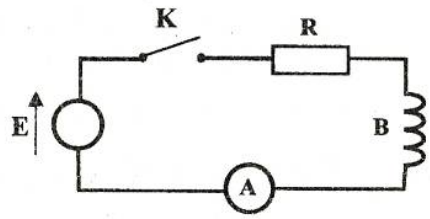


figure 3

Un système approprié permet de suivre l'évolution temporelle des tensions **u(t)** aux bornes du générateur et $u_R(t)$ aux bornes du résistor.
A l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**. Les courbes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la **figure 4** représentent respectivement, les variations de **u(t)** et $u_R(t)$.

1- Nommer, en le justifiant, les régimes qui constituent la réponse du dipôle **RL** à un échelon de tension pour **t ≤ 5ms** et **t ≥ 6ms**.

2-a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant **i(t)** traversant le circuit électrique.

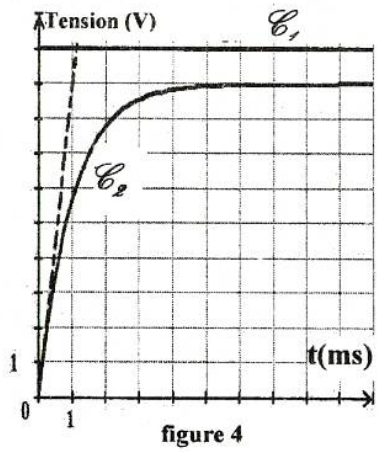


figure 4

b-Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de cette équation différentielle ; avec $\tau = \frac{L}{R+r}$.

c- En exploitant les courbes de la **figure 4**, déterminer les valeurs de :

c_1-l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre en régime permanant et en déduire celle de **r** ;

c_2-l'inductance **L** de la bobine.

Expérience 2

On réalise maintenant, le circuit électrique représenté sur la **figure 5** qui comporte, montés en série, la bobine **B**, un résistor de résistance **R' = 40 Ω** et un condensateur de capacité $C = 4{,}7.10^{-6}$ **F**. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (**GBF**) qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt - \frac{\pi}{3})$, d'amplitude U_m constante et de fréquence **N** réglable.

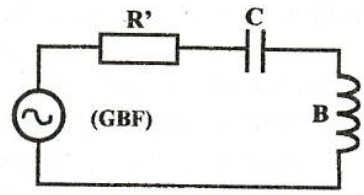


figure 5

Pour la valeur $N_1 = 173$ **Hz** de la fréquence **N**, l'intensité instantanée du courant électrique qui circule est $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t)$; où I_m est l'amplitude de l'intensité électrique. Les courbes de la **figure 6** représentent les tensions **u(t)** aux bornes du générateur et $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

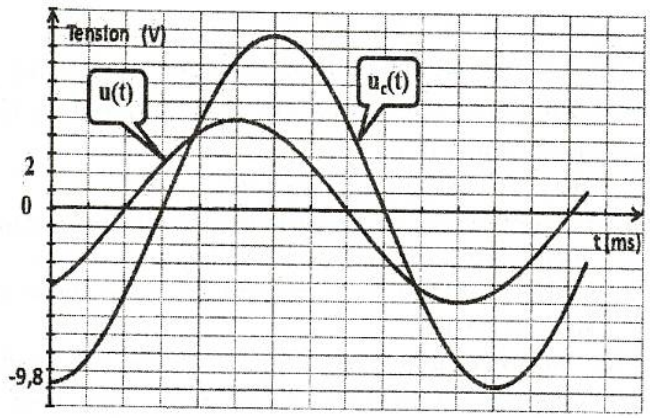


figure 6

1- a- A partir de la **figure 6**, déterminer :

a_1- le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{uc}$ de **u(t)** par rapport à $u_c(t)$;

a_2- la phase initiale φ_{uc} de $u_c(t)$.

b- Sachant que l'amplitude U_{cm} de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur est

$$U_{cm} = \frac{I_m}{C.2\pi N_1},$$

déterminer la valeur de l'intensité maximale I_m.

En déduire la valeur de l'impédance **Z** du circuit.

c- Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, résistif ou inductif.

2- La **figure** 7 de la page **5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie,** représente une construction de Fresnel inachevée des tensions correspondant au circuit étudié à la fréquence N_1 dont l'équation différentielle s'écrit : $(R'+r)i + \frac{1}{C}\int i.dt + L\frac{di}{dt} = u(t)$.

Soient $\overrightarrow{OA}$, $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BC}$ et $\overrightarrow{OC}$ les vecteurs de Fresnel associés respectivement, aux tensions

$(R'+r)i$, $\frac{1}{C}\int i.dt$, $L\frac{di}{dt}$ et $u(t)$.

a-Compléter la construction de Fresnel relative aux tensions maximales à l'échelle **1cm** pour **1V**.

b-Déduire la valeur de d'inductance **L** de la bobine et celle de sa résistance **r**.

Exercice 2 (3 points)

On donne : $c = 3{,}00.10^8$ **m.s**$^{-1}$; **1eV** $= 1{,}60.10^{-19}$ **J** et $h = 6{,}62.10^{-34}$**J.s**.

L'expérience de Franck et Hertz consiste à bombarder des atomes de mercure dans leur état fondamental par un faisceau d'électrons. Le montage expérimental simplifié est constitué d'une enceinte, d'un canon à électrons et d'un analyseur. On désigne par N_e le nombre d'électrons émis par le canon pendant une seconde avec une énergie cinétique initiale E_{c0} et par N_c le nombre d'électrons qui arrivent à l'analyseur pendant une seconde et avec la même énergie cinétique E_{c0}.

La courbe de la **figure 8** traduit l'évolution du rapport $\frac{N_c}{N_e}$ en fonction de E_{c0}.

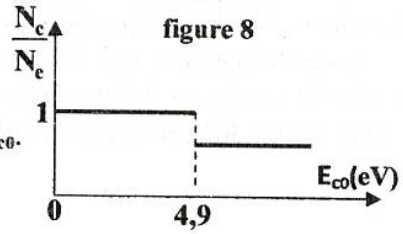


figure 8

1- Interpréter les parties de la courbe qui correspondent respectivement aux énergies $E_{c0} < 4{,}9$ **eV** et $E_{c0} > 4{,}9$ **eV**.

2-Préciser la conclusion tirée de l'expérience de Franck et Hertz.

3- Le schéma de la **figure 9** représente quelques niveaux **n** d'énergie de l'atome de mercure.

a- Préciser la valeur de **n** correspondant à l'état fondamental de l'atome de mercure et donner la valeur de son énergie.

b- En déduire la transition de l'atome de mercure au cours de l'expérience de de Franck et Hertz.

c- Calculer la valeur de la longueur d'onde λ relative à cette transition.

4- L'atome de mercure est dans son état fondamental.

a-Déterminer la valeur limite de la fréquence υ_{limite} de la radiation incidente qui peut assurer l'ionisation de l'atome de mercure.

b-Parmi les deux radiations de fréquences respectives $\upsilon_1 = 2.10^{15}$ **Hz** et $\upsilon_2 = 3.10^{15}$ **Hz**, préciser en le justifiant, celle qui convient pour ioniser l'atome de mercure.

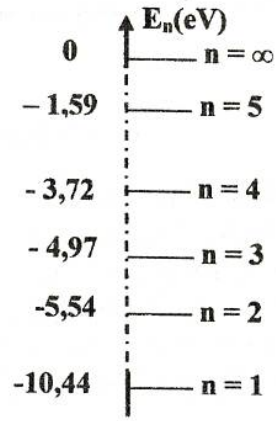


figure 9

Exercice 3 (2,5 points) **Etude d'un document scientifique**

Le polonium : un métal redoutable

« Le Polonium 210 ($^{210}_{84}Po$) est mille fois plus toxique que le plutonium et un million de fois plus que le cyanure : un seul centième de milligramme suffit à tuer en quelques semaines un homme de poids moyen; une dose évidemment invisible à l'œil nu, indétectable par la police ou les douanes.

Le Polonium 210 émet une radiation de type alpha ($^{4}_{2}He$) qui peut être arrêtée par une simple feuille de papier, ou quelques centimètres d'air. Ce Polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours, il doit avoir été récemment fabriqué par irradiation (bombardement par un neutron) du bismuth dans un réacteur nucléaire. Après l'ingestion du poison, il passe de l'estomac dans la circulation sanguine. Chaque atome de Polonium est alors porteur d'un projectile alpha expulsé à grande vitesse : de quoi littéralement griller toutes les cellules de l'organisme, les globules rouges en premier, et causer une mort dite "multifactorielle". Ce redoutable métal est pourtant présent dans la nature, produit en permanence par la désintégration de l'uranium. »

Extrait tiré de : «Nouvel Observateur 11-17 Janvier 2007» D'après Fabien Gruhier par adaptation.

Questions :

1- Le texte évoque deux transformations permettant d'obtenir le polonium 210.

a- Indiquer ces deux transformations.

b- Préciser pour chacune d'elles si elle est spontanée ou provoquée.

2- En se référant au texte, préciser le type de la radioactivité du polonium 210 et écrire son équation nucléaire sachant que le noyau fils obtenu est le plomb (Pb).

3- Définir la période radioactive d'un radioélément et donner sa valeur pour $^{210}_{84}Po$.

4- Indiquer l'origine de la toxicité du $^{210}_{84}Po$, qui est considéré comme métal redoutable.

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

.....

.....

Épreuve : sciences physiques (sciences expérimentales)

Page à remplir et à remettre avec la copie

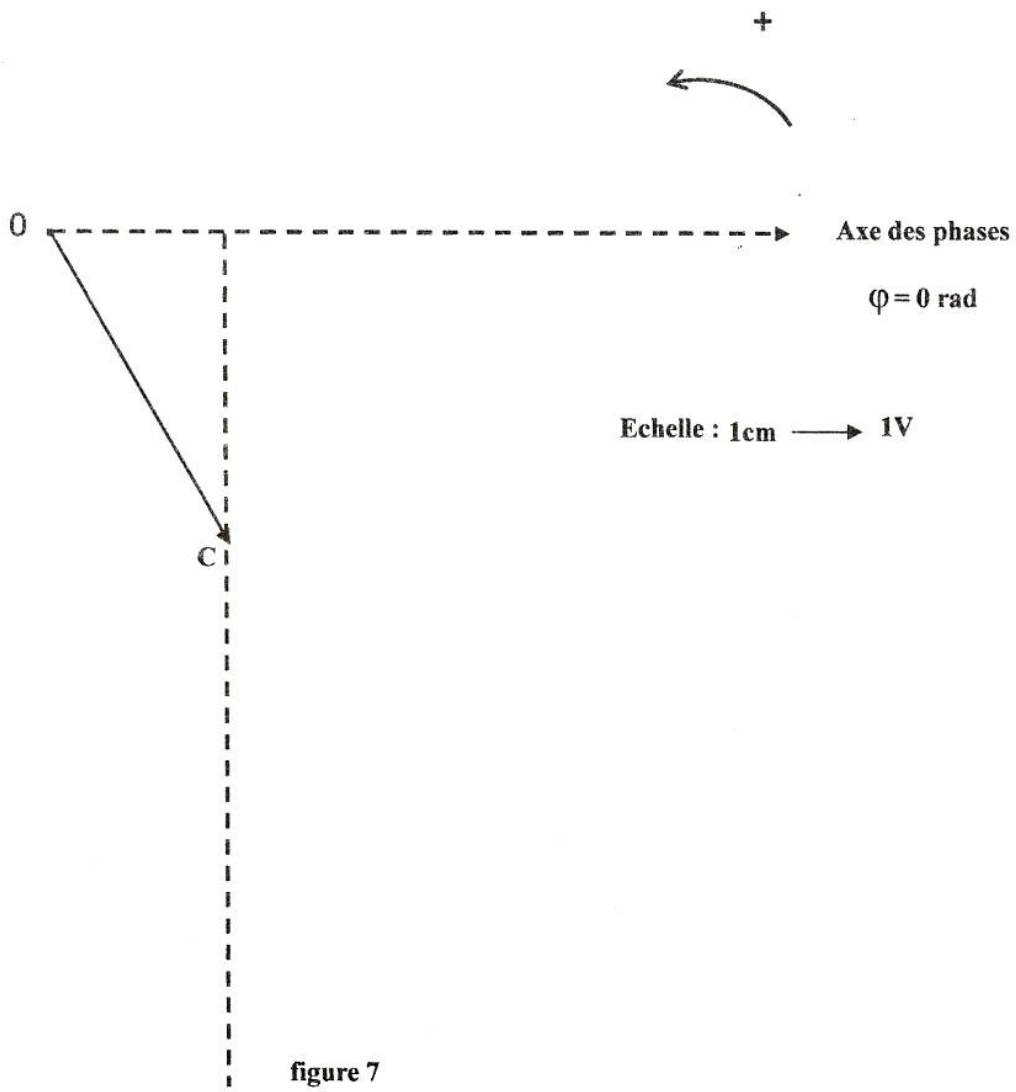


figure 7

Chimie

Exercice 1

I-1-a- $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = 1O^{-14+pH}$ =3,98.10^{-4} mol.L^{-1} $[OH^-] \prec C$; l'ammoniac est une base faible.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

1-b- $\tau_f = \frac{y_f}{y_{Max}} = \frac{[NH_4^+]}{C_1}$ en négligeant les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau on a :

$[NH_4^+] = [OH^-]$, ce qui donne $\tau_f = \frac{[OH^-]}{C_1} = 3,98.10^{-2}$

2- la constante d'acidité Ka_1

$Ka_1 = \frac{Ke}{K_{b1}} = \frac{Ke.[NH_3]}{[OH^-][NH_4^+]} = \frac{(1-\tau_f)Ke}{C_1\tau_f^2}$ τ_f est négligeable devant 1, $Ka_1 = \frac{Ke}{C_1\tau_f^2}$ $Ka_1 = 6,3.\ 10^{-10}$

Commentaires :

- Le taux d'avancement final ζ_f est le quotient de x_f par x_m, $\zeta_f = \frac{x_f}{x_m}$

  si ζ_f=1 la réaction est totale et si ζ_f est inférieure à1 la réaction est limitée.
- La dissociation de l'acide faible est partielle donc $C-y_f>0$. $[HO^-]<C$

II-1-a- $C_2H_5NH_2 + H_3O^+ \longrightarrow C_2H_5NH_3^+ + H_2O$

1-b- L'équivalence acido-basique est l'état d'un mélange obtenu lorsque les quantités de matière d'acide et de base sont en proportions stœchiométriques.
L'équivalence est atteinte quand $n_{(base\ initiale)} = n_{(acide\ ajouté)}$. Pour les deux dosages, on a $C_bV_b=C_aV_{aE}$ d'où $V_{aE1}= V_{aE2}$=20mL

c- $V_a=V_{aE}/2$; c'est la demi équivalence pH= pKa

S_2 est une solution basique d'une base supposée faiblement dissociée.

2- a

	Volume V_a(en mL) de (S_A)	0	10
Dosage de (S_1)	pH du mélange	10,6	9,2
Dosage de (S_2)	pH du mélange	11,4	10,80

2-b concentrations égales $pH_{S1} \prec pH_{S2}$, alors la base éthanamine est plus forte que l'ammoniac

Exercice 2 **Chimie**

1-a- Fe | Fe^{2+} (C) || Cd^{2+} (0,1 moℓ.L^{-1}) | Cd

b-L'équation de la réaction associée à la pile Fe + Cd^{2+} ⇌ Fe^{2+} + Cd

2-a- $E = E^0 - 0,03 \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Cd^{2+}]} = E^0 - 0,03 \log \frac{C}{[Cd^{2+}]}$

b- $[Fe^{2+}]= [Cd^{2+}]$= 0,1 mol.L^{-1}, E^0= E = 0,04 V

Suite exercice 2 chimie

c- $E^0 = E^0(Cd^{2+}/Cd) - E^0(Fe^{2+}/Fe) > 0$ d'où $E^0(Cd^{2+}/Cd) > E^0(Fe^{2+}/Fe)$ donc le couple (Fe^{2+}/Fe) est plus réducteur que (Cd^{2+}/Cd).

3-a- $E_3 = 0{,}07V$. $V_{Fe} > 0$; Cd est la borne positive et Fe est la borne négative

b_1- les électrons se déplacent dans le circuit extérieur à la pile de l'électrode Fe vers l'électrode Cd

b_2- $Cd^{2+} \longrightarrow Fe^{2+} + Cd$

4-a- A l'équilibre, E = 0 et $\pi = K \Longrightarrow E = E^0 - 0{,}03 \log K \Longrightarrow K = 10^{\frac{E^0}{0{,}03}} = 21{,}54$

b- $C_1 + C_2 = C + C_0$ et $K = \frac{C_2}{C_1}$ $C_1 = 4{,}9.10^{-3}\,mol.L^{-1}$ et $C_2 = 0{,}105 mol.L^{-1}$

Commentaires :

Un dispositif qui permet d'obtenir du courant électrique grace à une réaction chimique spontanée est une "**pile électrochimique**"

Une pile électrochimique débite un courant parce qu'elle est le siège d'une réaction d'oxydoréduction spontanée. La force électromotrice **E** d'une pile est la différence de potentiel électrique, en circuit ouvert, entre la borne de droite de la pile et sa borne de gauche. Soit: **$E = V_{bD} - V_{bG}$**

Physique

Exercice 1

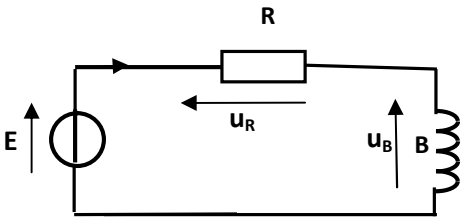
Expérience n°1:

1)

- **$t \leq 5ms$, u_R varie au cours du temps :le régime est transitoire**
- **$t \geq 6ms$,u_R est constante : le régime est permanent**

2)

a-La loi des mailles s'écrit : $u_R + u_B - E = 0$ donc $(R+r)i + L\frac{di}{dt} = E$



$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L} \quad (1)$$

b- On remplace $i = \frac{E}{R+r}(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$ et $\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}e^{\frac{-t}{\tau}}$ dans l'équation (1), $\tau = \frac{L}{R+r}$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{-E}{L}e^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{R+r}{L}\frac{E}{R+r}(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}) = \frac{E}{L}$$ **donc $i = \frac{E}{R+r}(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle.**

c- D'après la courbe $\mathscr{C}_2$:

c_1-U_0=9V =RI_0 ; $I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{9}{90}$ =0,1 A; $I_0 = \frac{E}{R+r}$ = 0,1A d'où $r = \frac{E}{I_0} - R = 100 - 90 = 10\Omega$

c_2- $\tau = \frac{L}{R+r} = 10^{-3}$ s alors $L = \tau.(R+r) = 0{,}1H$.

Commentaires: Pour l'établissement de l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle d'une grandeur électrique dans un circuit série, les éléments de réponse exigibles sont:

- Schéma du circuit série,
- Représentation du sens positif du courant,
- Représentation des tensions le long du circuit,

Ecriture de l'équation traduisant la loi des mailles ($u=u_R + u_L$)

- Déduction de l'équation différentielle.

La réponse d'un dipôle RL en courant est constituée de deux régimes : un régime transitoire au cours duquel l'intensité augmente en exponentielle à partir de la valeur zéro en tendant vers la valeur

$I_0 = \dfrac{E}{R_{total}}$ et un régime permanent caractérisé par un courant continu d'intensité I_0.

La constante de temps □ est une grandeur caractéristique du dipôle RL, elle renseigne sur le retard avec lequel s'établit le régime permanent ou la rupture du courant dans le dipôle. □□ayant la dimension d'un temps, elle s'exprime en seconde.

Le régime permanent intervient dès que le régime transitoire est considéré comme terminé. En régime permanent: les grandeurs physiques telles que la tension **u** sont indépendantes du temps $\dfrac{du}{dt} = 0$

. Expérience n°2:

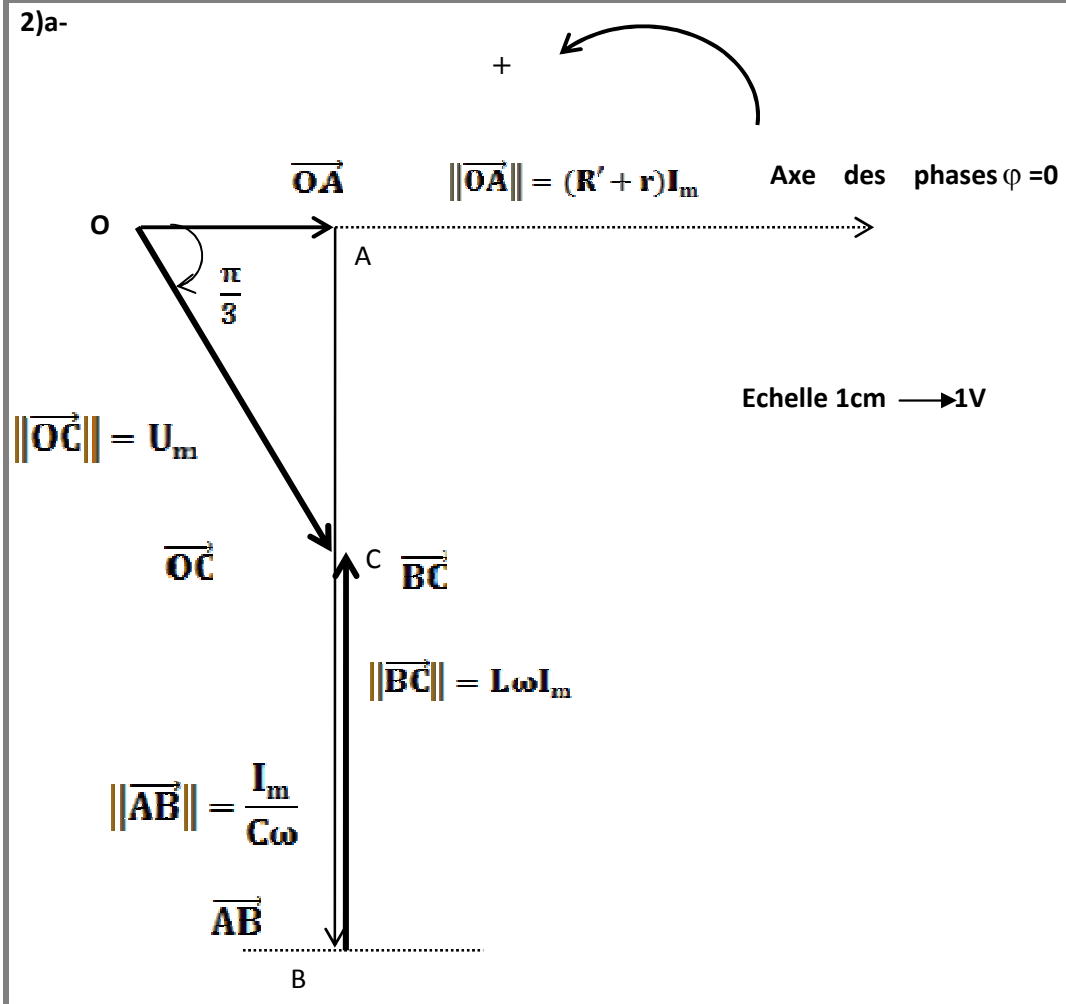
1)a a_1- $\Delta\phi = \phi_u - \phi_{uc} = \dfrac{2\pi}{T}\Delta t = 2\pi\dfrac{1}{12} = \dfrac{\pi}{6}$ rad

a_2- $\phi_{uc} = \phi_u - \dfrac{\pi}{6} = -\dfrac{\pi}{3} - \dfrac{\pi}{6} = -\dfrac{\pi}{2}\,rad$

b- $I_m = 2\pi N_1 C.U_{Cm}$; $I_m = 0{,}05A$; $Z = \dfrac{U_m}{I_m} = 100\,\Omega$

c- $\phi_u - \phi_i = -\dfrac{\pi}{3}$ et par suite $\phi_u < \phi_i$ le circuit est capacitif

2)a-



b- $\|\overrightarrow{BC}\|$=5,4cm donc $L\omega I_m$=5,4V par conséquent

$L = \dfrac{5{,}4}{2\pi.173.0{,}05} \approx 0{,}1H$

Soit $\overrightarrow{OA'}$ le vecteur associé à la tension aux bornes de R' et $\overrightarrow{AA'}$ le vecteur associé à la tension $r.I_m$ $\|\overrightarrow{OA'}\| = 2cm$, par suite $\|\overrightarrow{AA'}\| = 0{,}5cm$:

$r.I_m$=0,5V

donc $r = \dfrac{0{,}5}{0{,}05} = 10\Omega$

Exercice 2 **PHYSIQUE**

1- *E_{c0} < 4,9 eV : tous les électrons émis par le canon arrivent à l'analyseur avec leur énergie cinétique initiale. Les chocs qui se produisent avec les atomes de mercure sont élastiques : pas de perte d'énergie.
***E_{c0} > 4,9 eV :** certains électrons émis par le canon n'arrivent pas à l'analyseur avec l'énergie E_{c0},ces électrons entrent en collision avec les atomes de mercure et leur cèdent une partie de leur énergie.
2- L'énergie de l'atome de mercure est quantifiée.
3- a- l'état fondamental de l'atome de mercure correspond à n=1 ; E_1= -10,44 eV.
b- la transition de l'atome de mercure correspond à son passage de l'état fondamental d'énergie E_1 vers l'état d'énergie E_2 = -5,54 eV avec ΔE= $E_2 - E_1$= 4,9 eV
c- ΔE= $E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda}$ d'où $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$ = 2,53.10^{-7} m.
4- a-L'énergie juste nécessaire à l'ionisation de l'atome de mercure $W_{\lim} = E_{\infty} - E_1 = 0 - E_1 = h\nu_{\lim}$

$$\nu_{\lim} = -\frac{E_1}{h} = 2,52.10^{15}\,Hz$$

b- $\upsilon_1 \prec \upsilon_{limite}$;**il n'ya pas d'ionisation**
$\upsilon_2 \succ \upsilon_{limite}$ **il y'a ionisation.**

Exercice 3 **PHYSIQUE**

1-a-Par bombardement du Bismuth par un neutron ;
Par désintégration de l'uranium.
b- Par bombardement du Bismuth par un neutron : réaction nucléaire provoquée
Par désintégration de l'uranium : réaction nucléaire spontanée
2- le polonium 210 émet une radioactivité de type α

$$^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb$$

3- la période est la durée T au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs initialement présents diminue de moitié, T = 138 jours
4- Chaque atome de Polonium est alors porteur d'un projectile alpha expulsé à grande vitesse.

Correction élaborée par l'inspecteur Hedi KHALED

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ◇◇◇◇ **EXAMEN DU BACCALAUREAT** SESSION **2015**	Épreuve : **SCIENCES PHYSIQUES** Durée : **3 H** Coefficient : **4**
Section : **Sciences expérimentales**	**Session de contrôle**

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

CHIMIE (9 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

Exercice 1 (5 points)

On considère une solution (S_1) d'acide éthanoïque CH_3CO_2H, de concentration initiale $C_1 = 0{,}2\ mol.L^{-1}$ et de $pH = pH_1$. Le taux d'avancement final de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau dans (S_1) est $\tau_{f1} = 9.10^{-3}$ et le $pK_{a(CH_3CO_2H/CH_3CO_2^-)} = pK_{a1}$.

1-a- Montrer que CH_3CO_2H est un acide faible. Ecrire l'équation de sa réaction chimique avec l'eau.

b- Etablir en fonction de τ_{f1} et de C_1, l'expression de pH_1 et celle de pK_{a1}, en précisant à chaque fois l'approximation nécessaire.

c- Calculer pH_1 et vérifier que $pK_{a1} = 4{,}75$.

2- A partir d'un volume V_1 de (S_1), on réalise une dilution, par l'ajout d'un volume V_e d'eau pure de façon que l'acide éthanoïque reste faiblement dissocié. La solution (S) obtenue est de concentration C et de volume V.

a- Montrer que le taux d'avancement final τ_f de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau dans (S) s'écrit : $\tau_f = \tau_{f1}.\sqrt{\frac{C_1}{C}}$.

b-Sachant que le pH de la solution (S) est donné par l'expression: $pH_S = pH_1 + \frac{1}{2}.\log\left(\frac{C_1}{C}\right)$,

calculer pH_S et τ_f quand le volume d'eau ajoutée est $V_e = 3V_1$.

c-Préciser l'effet de cette dilution sur :

c_1- la constante d'acidité K_{a1} du couple $CH_3CO_2H / CH_3CO_2^-$;

c_2- le pH de la solution.

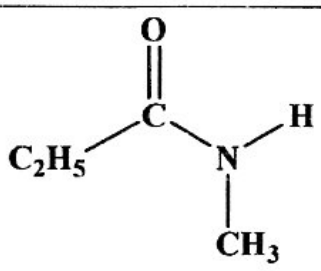
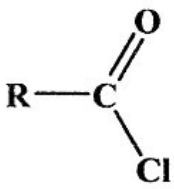
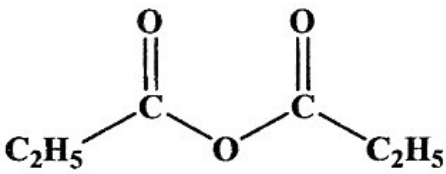
3- On dispose d'une solution aqueuse (S_2), d'acide méthanoïque HCO_2H faiblement dissocié dans l'eau, de concentration molaire initiale $C_2 = 0{,}1\ mol.L^{-1}$ et ayant un $pH_{S2} = pH_2 = 2{,}37$.

a- Vérifier que le pK_{a2} du couple HCO_2H / HCO_2^- est égal à **3,75**.

b- Comparer les forces de l'acide éthanoïque et de l'acide méthanoïque.

Exercice 2 (4 points)

Les formules des composés organiques **(A)**, **(B)**, **(C)** et **(D)** sont données dans le tableau ci-dessous.

Composé	(A)	(B)	(C)	(D)
Formule				$R'-NH_2$

1- Donner la fonction chimique de chacun des composés **(A), (B), (C) et (D)**.

2- On fait réagir une mole de **(B)** avec deux moles de **(D)**, on obtient le composé **(A)** et un sel.

a- Ecrire l'équation de la réaction chimique entre **(B)** et **(D)** et identifier les groupes alkyles **(R)** et **(R')**.

b- Citer deux caractères de cette réaction.

3- On réalise séparément deux réactions chimiques (r_1) et (r_2) permettant d'obtenir le composé **(C)** à partir du composé **(B)**. Ecrire, en formules semi-développées, les deux équations E_1 et E_2 qui correspondent respectivement à (r_1) et (r_2). Sachant que l'un des deux produits de (r_1) est **NaCl** et l'un des deux produits de (r_2) est **HCl**.

4- L'action du méthanol CH_3–**OH** sur le composé **(C)** donne, entre autres un ester **(E)**.

a- Ecrire, en formules semi-développées, l'équation de la réaction.

b- Justifier l'intérêt pratique de la synthèse de **(E)**.

Physique (11 points)

Exercice 1 (5 points)

On dispose au laboratoire d'un :

* condensateur de capacité **C** initialement déchargé;
* résistor de résistance **R = 250 Ω**;
* générateur G_1 de tension idéal de fem **E = 6 V**;
* dipôle **D** de nature inconnue;
* interrupteur **K**;
* oscilloscope bicourbe;
* générateur basse fréquence **GBF** délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude constante U_m et de fréquence **N** réglable.

I- Dans une première expérience et pour visualiser la tension électrique instantanée u_{BM} aux bornes du résistor, on réalise le montage de la **figure 1**. On ferme l'interrupteur **K** à l'instant **t = 0** et on relie le point **B** du circuit à la voie Y_B de l'oscilloscope et le point **M** à la masse. L'évolution de u_{BM} en fonction du temps est représentée sur la **figure 2**.

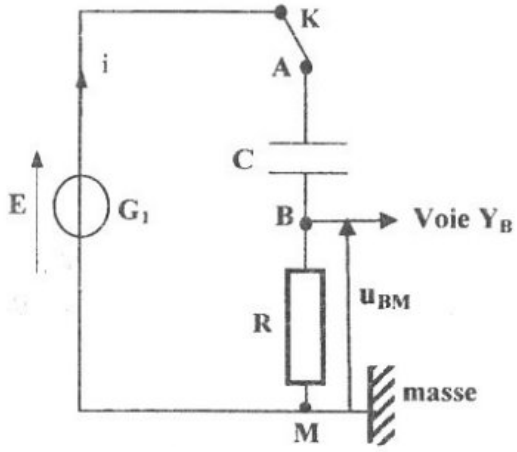


figure 1

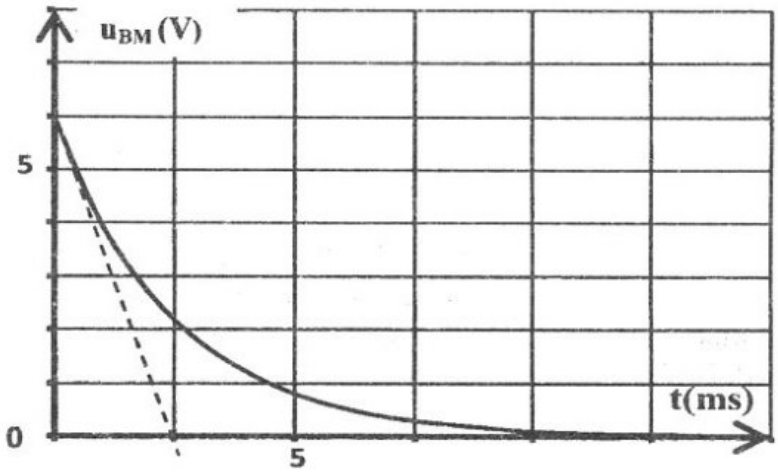


figure 2

1- a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge **q** du condensateur au cours du temps.

b- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R = u_{BM}$ au cours du temps peut s'écrire sous la forme : $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau}u_R = 0$; avec $\tau = RC$.

2- On admet que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = \beta e^{-\alpha t}$.

Exprimer **β** et **α** en fonction de **E**, **R** et **C**.

3-a- Déterminer graphiquement la valeur de τ.

b- En déduire la valeur de la capacité **C**.

II- Dans une deuxième expérience, on réalise le montage de la **figure 3** dans lequel on remplace le condensateur **C** par le dipôle **D** et le générateur G_1 par le générateur basse fréquence **GBF**.

On relie le point **A** du circuit à la voie Y_A et le point **B** à la voie Y_B de l'oscilloscope. On obtient alors les oscillogrammes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la **figure 4**, représentant respectivement, les variations des tensions $u_{AM}(t)$ aux bornes de **GBF** et $u_{BM}(t)$ aux bornes de résistor **R**.

Les sensibilités horizontale S_H et verticale S_V sont : $S_H = 2{,}5$ **ms/div** et $S_V = 2$ **V/div**.

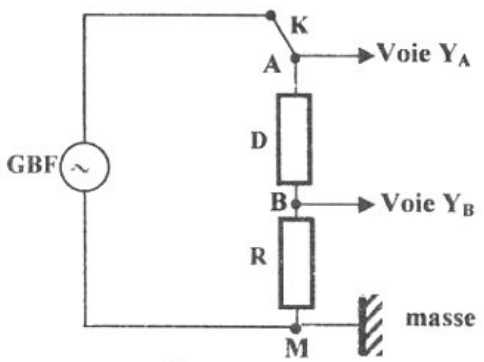


figure 3

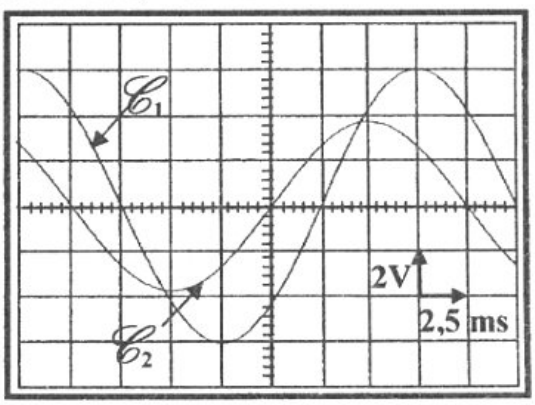


figure 4

1- En exploitant les oscillogrammes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$, déterminer :

a- la fréquence **N** de la tension sinusoïdale délivrée par le **GBF**;

b- l'amplitude $(U_{AM})_{max}$ de la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du **GBF**;

c- le déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_{u_{AM}} - \varphi_i)$ de la tension $u_{AM}(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$ du courant électrique.

2- Afin d'identifier la nature du dipôle **D**, on propose les hypothèses **Hi** suivantes :

* H_1 : le dipôle **D** est un résistor de résistance **R'** ;
* H_2 : le dipôle **D** est une bobine d'inductance **L** et de résistance nulle en série avec un condensateur de capacité **C'** ;
* H_3 : le dipôle **D** est une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** en série avec un condensateur de capacité **C'**.

Sans faire de calcul, préciser, en le justifiant, que l'hypothèse H_1 est non valable.

3- On fait varier la fréquence **N** et on relève à chaque fois la valeur maximale de l'intensité I_m du courant électrique.

Pour une fréquence $N_1 = 159{,}23$ **Hz**, on constate que I_m prend la valeur maximale I_{m0} égale à **20,9 mA**.

a- Confirmer que le dipôle **D** est formé par l'association en série d'une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** en série avec un condensateur de capacité **C'**.

b- En déduire la valeur de **r**.

c- Déterminer **C'** sachant que **L = 0,1H**.

Exercice 2 : (3,5 points)

Le noyau d'uranium **238**, naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb **206** stable, par une série de désintégrations successives $\alpha({}^{4}_{2}He)$ et β^- $({}^{0}_{-1}e)$ selon l'équation globale :

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{0}_{-1}e + y\,{}^{4}_{2}He$$; avec **x** et **y** qui désignent respectivement le nombre de désintégrations β^- et α.

1- Déterminer, en le justifiant les nombres **x** et **y**.

2- La courbe de la **figure 5** de la page **5/5 (feuille annexe)**, traduit l'évolution au cours du temps, du nombre N_U de noyaux d'uranium **238** restant dans l'échantillon d'une roche ancienne noté : $N_U(t) = N_U(0)\,e^{-\lambda t}$,

avec $N_U(0)$ le nombre de noyaux d'uranium à l'instant $t_0 = 0$ et λ la constante radioactive.

a- Définir la période radioactive **T** d'un radioélément.

b- A partir de la courbe, donner la valeur de **T** de l'uranium **238**. En déduire sa constante radioactive **λ**.

3- A l'instant d'étude t_1, la roche ancienne, renferme un nombre de noyaux de plomb 206 noté $N_{Pb}(t_1) = 2{,}5.10^{12}$. Sachant qu'à l'instant $t_0 = 0$, $N_{Pb}(t_0) = 0$.

a- Montrer que l'évolution du nombre $N_{Pb}(t)$ de noyaux de plomb présents à l'instant **t** dans l'échantillon de la roche ancienne au cours du temps, a pour expression: $N_{Pb}(t) = N_U(0)(1 - e^{-\lambda t})$.

b- Représenter sur la **figure 5** de la page **5/5**, **de la feuille annexe à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie,** l'allure de la courbe qui traduit l'évolution du nombre de noyaux de plomb au cours du temps.

c- Calculer l'âge de la Terre, sachant qu'elle présente le même âge que l'échantillon.

Exercice 3 (2,5 points) « Etude d'un document scientifique »

Les représentations de Huygens et la découverte de Fresnel

Christian HUYGENS (1629-1695) donne à la lumière un caractère ondulatoire par analogie à la propagation des ondes à la surface de l'eau et à la propagation du son dans l'air.

Pour Huygens, le caractère ondulatoire de la lumière est fondé sur les faits suivants:

- « le son ne se propage pas dans une enceinte vide d'air tandis que la lumière se propage dans cette même enceinte. La lumière consiste dans un mouvement de la matière qui se trouve entre nous et le corps lumineux, matière qu'il nomme éther» ;
- « la lumière s'étend dans toutes les directions et, quand elle vient de différents endroits, même de sens opposés, les ondes lumineuses se traversent l'une l'autre sans se perturber » ;
- « la propagation de la lumière depuis un objet lumineux ne se fait pas par le transport d'une matière, qui depuis cet objet s'en vient jusqu'à nous ainsi qu'une balle ou une flèche traverse l'air ».

Augustin Fresnel (1788-1827) s'attaque au problème des ombres et de la propagation rectiligne de la lumière. Avec des moyens rudimentaires, il découvre et il exploite le phénomène de diffractions. Il perce un petit trou dans une plaque de cuivre. Grâce à une lentille constituée par une goutte de miel déposée sur le trou, il concentre les rayons solaires sur un fil de fer.

D'après la revue « Sciences et Vie ».

1- A partir du texte :

a- associer chaque onde mentionnée à son milieu propagateur correspondant.

b- relever deux propriétés de ces ondes.

2- En réalité, les ondes mécaniques, telles que le son et les ondes à la surface de l'eau, nécessitent un milieu matériel pour se propager, tandis que les ondes lumineuses peuvent se propager même dans le vide. Préciser l'erreur commise par Huygens en comparant la propagation de la lumière à celle des ondes mécaniques.

3- Indiquer l'expérience sur laquelle se base Fresnel pour justifier le caractère ondulatoire de la lumière.

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

.....

.....

Epreuve : sciences physiques (sciences expérimentales)

Page à remplir et à remettre avec la copie

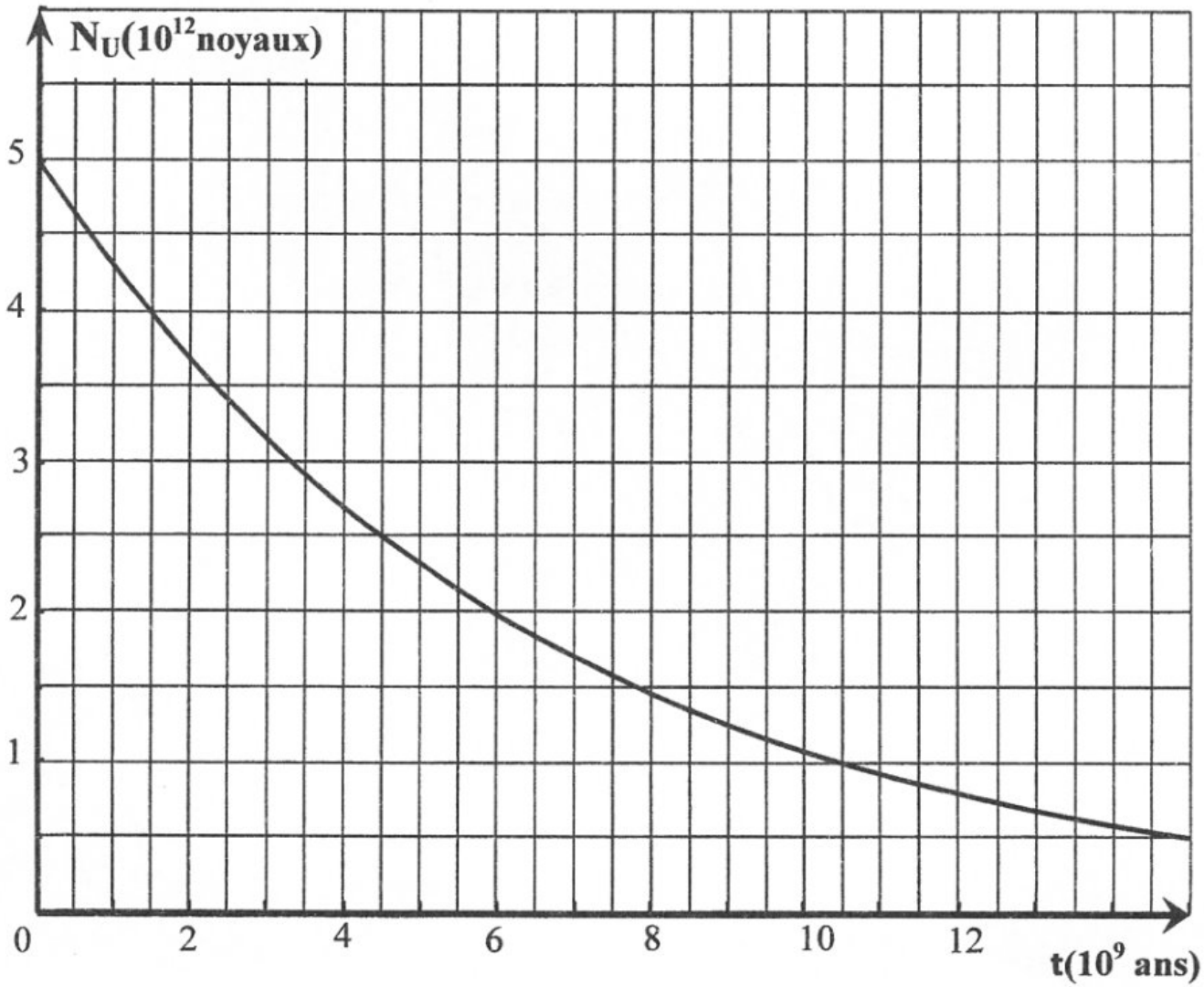


figure 5

Exercice 1 **Chimie**

1-a- $\tau_{f1}=0{,}910^{-2} < 1$ **donc l'acide éthanoïque est faible,** $CH_3CO_2H + H_20 \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3CO^-_2$

b- $\tau_{f1}=\frac{\text{nbre de moles d'acide transformé}}{\text{nbre de moles initialement introduit}}=\frac{[CH_3C0^-_2]}{C_1}$ **or** $[H_30^+]=[H_30^+]_{eau}+[H_30^+]_{acide}=[OH^-]+[CH_3COO^-]$ **or les ions** OH^- **et** H_30^+ **provenant de l'eau sont négligeables donc** $[CH_3COO^-]=[H_30^+] \Rightarrow \tau_{f1}=\frac{y_f}{C_1}=\frac{[H_3O^+]}{C_1}=\frac{10^{-pH1}}{C_1}$

$\tau_{f1}=\frac{10^{-pH1}}{C_1}$ **ce qui donne** $pH_1=-\log(\tau_{f1}.C_1)$ $K_{a1}=\frac{[H_30^+].[CH3CO^-_2]}{[CH_3CO_2H]}=\frac{[H_3O^+]^2}{C_1-y_f}=\frac{C_1.\tau^2_{f1}}{1-\tau_{f1}}$ **or** $\tau_{f1} << 1$; **on a** $K_{a1}=C_1\ \tau^2_{f1}$

$p\,K_{a1}=-\log(C_1\ \tau^2_{f1})$

c- $pH_1=2{,}74$, $pK_{a1}=4{,}75$

2a- $K_{a1}=C_1\ \tau^2_{f1}=C\ \tau^2_f$ **(après dilution l'acide reste faiblement dissocié)** $\Rightarrow \tau^2_f=\frac{C_1.\tau^2_{f1}}{C}$ **,d'où** $\tau_f=\tau_{f1}.\sqrt{\frac{C_1}{C}}$

b-*n(acide éthanoïque avant dilution)=n(acide éthanoïque après dilution), $C_1V_1=C.(V_1+V_e)=4\ C.V_1 \Rightarrow \frac{C_1}{C}=4$

$\Rightarrow pH_S=pH_1+\frac{1}{2}\log\left(\frac{C_1}{C}\right)=pH_1+\frac{1}{2}\log(4)=2{,}74+0{,}3=3{,}04.$ * $\tau_f=\tau_{f1}.\sqrt{\frac{C_1}{C}}=0{,}9.10^{-2}.\sqrt{4}=1{,}8.10^{-2}$

c c_1 **-Une addition d'eau n'a aucune influence sur la valeur de la constante d'acidité** K_{a1}**du couple .**

c_2 **-**$pH_1=2{,}74$ **et** $pH_S=3{,}04$**, la dilution a pour effet une augmentation du pH.**

3)a- $\tau_{f2}=\frac{y_{f_2}}{C_2}=\frac{[H_3O^+]}{C_2}=\frac{10^{-pH2}}{C_2}=4{,}26\ 10^{-2}$ **;** $K_{a2}=C_2\ \tau^2_{f2}=0{,}1.(4{,}26)2.10\text{-}4=18{,}19.10^{-5}$**, d'où** $pKa_2=3{,}75$

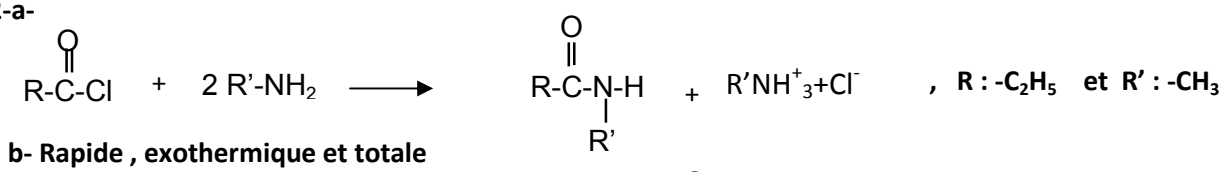
b- * pKa2 ≺ pKa1 HCO2H est un acide est plus fort que CH3CO2H. On peut répondre à cette question en comparant les valeurs de τ_f **et** τ_{f1} **pour déduire l-acide le plus fort.**

Exercice 2 **Chimie**

1-

Composé	A O	B	C	D
fonction	Amide	Chlorure d'acyle	Anhydride d'acide	amine

2-a-

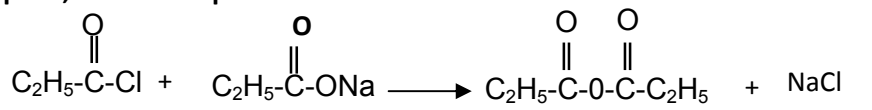


, R : -C2H5 et R' : -CH3

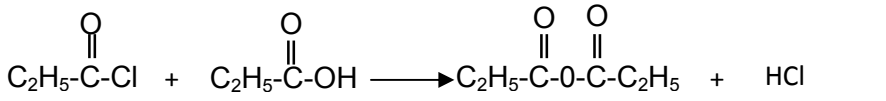
b- Rapide , exothermique et totale

3-

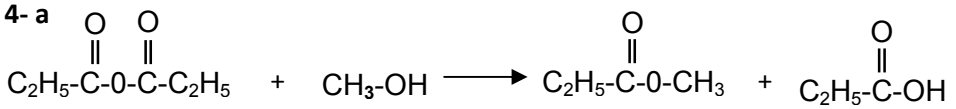
E1:



E2:

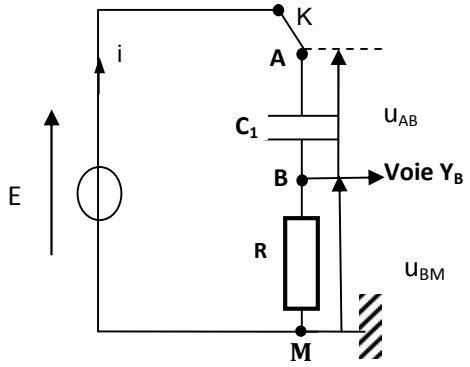


4- a



b- Cette synthèse est rapide et totale

Exercice 1 **Physique**



I-1-a La loi des mailles s'ecrit $u_{AB}+u_{BM}-E=0$ donc $\frac{q}{C}+R\frac{dq}{dt}=E$

b- $R\frac{dq}{dt}=u_R$ $\frac{du_R}{dt}+\frac{1}{C}\frac{dq}{dt}=0$ **alors** $\frac{du_R}{dt}+\frac{1}{C}\frac{u_R}{R}=0$ **avec τ=RC**

2-$u_R(t)=\beta.e^{-\alpha t}$ on a $\frac{du_R}{dt}=-\alpha\beta e^{-\alpha.t}$ on remplace dans l'équation différentielle (1) on trouve $\beta=E$ et $\alpha=\frac{1}{\tau}$

3-a-graphiquement $\tau=2,5.10^{-3}$s

b- comme τ=RC donc $C=10.10^{-6}$F

II- 1-a-$T=20.10^{-3}$s N=$\frac{1}{T}=50$Hz

b-U_{AMmax}=6V

c-$\Delta\varphi=\phi_{u_{AM}}-\phi_i=-\frac{\pi}{4}rad$

2-Les deux courbes de la figure 4 ne sont pas en phase, et par suite le dipôle D ne peut pas être un résistor donc H_1 est non valable.

3-a- Si le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance interne nulle en série avec un Condensateur de capacité C'alors l'intensité maximale sera $I_{m0}=\frac{U_{AM\,max}}{R}=24$mA qui est différente de 20,9mA et par suite le dipôle D ne peut être que l'association d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r en série avec un condensateur de capacité C'.

b-$I_{mo}=\frac{U_{AM\,max}}{R+r}$ donc r=37 Ω

c-A la résonance d'intensité $N_1=N_0$; $C'=\frac{1}{4\pi^2N_0^2L}$, $C'=10.10^{-6}$F.

Exercice 2 **Physique**

1) $^{238}_{92}U\rightarrow{}^{206}_{82}Pb+x\,^{0}_{-1}e+y\,^{4}_{2}He$

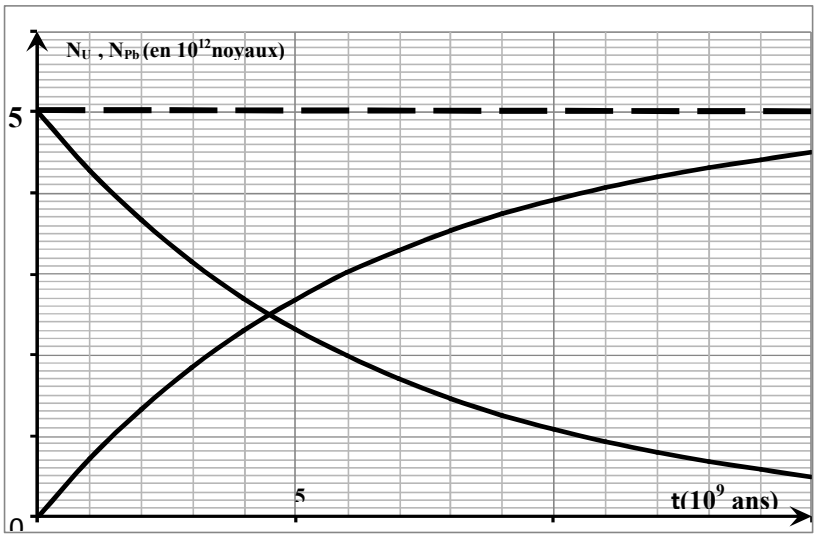
D'après le principe de conservation du nombre de masse :
238=206+4y donc y=8. D'après le principe de conservation du nombre de charge :92=82-x+2y donc x=6

2- a-La période T d'un radioélément est la durée au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs initialement présents diminue de moitié.

b- $T=4,5.10^9$ans **$\lambda=\frac{Ln(2)}{T}=\frac{0,693}{4,5.10^9}=1,54.10^{-10}$ ans^{-1}**

3- a- A t=0 on a $N_u(0)=N_0$ et $N_{Pb}(0)=0$
à chaque instant t on a $N_U(t)+N_{Pb}(t)=N_U(0)=N_0$(la conservation du nombre de noyaux initial)
⇒ $N_{Pb}(t)=N_0-N_U(t)=N_0-N_0e^{-\lambda t}=N_0(1-e^{-\lambda t})$

b-



c-Puisque à l'instant t_1 le nombre de noyaux de plomb 206 présents dans l'échantillon de roche ancienne est égal à $2,5.10^{12}$ noyaux, donc cet instant est égal à la période T et vue que l'âge de cette roche est le même que celui de la terre donc l'âge de la terre vaut environ
4,5 milliards d'années.

Exercice 3 **Physique**

1- a- des ondes à la surface de l'eau : milieu propagateur eau
- du son : milieu propagateur air.
- la lumière : milieu propagateur éther.

b- la propagation ne se fait pas par transport de la matière.
-les ondes se traversent l'une l'autre sans se perturber.

2- Selon Huygens la lumière nécessite un milieu propagateur « éther » pour se propager. En réalité la lumière n'a pas besoin d'un milieu propagateur pour se propager.

3- l'expérience est celle de la diffraction.

Correction élaborée par l'inspecteur Hedi KHALED